



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

BÚSQUEDA DE SESGO HIPOTÉTICO Y APLICACIÓN DE SP-OFF-RP Y
CHEAP TALK PARA SU CORRECCIÓN EN EL CONTEXTO DE EXPERIMENTOS DE
ELECCIÓN MODAL PARA VIAJES INTERURBANOS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

FÉLIX ALEJANDRO QUITRAL SEPÚLVEDA

PROFESOR GUÍA:
CRISTIAN ÁNGELO GUEVARA CUE

MIEMBROS DE LA COMISION:
MARCELA MUNIZAGA MUÑOZ
ANDRÉS MUSALEM SAID

SANTIAGO DE CHILE
2023

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL MENCIÓN TRANSPORTE
POR: FÉLIX ALEJANDRO QUITRAL SEPÚLVEDA
FECHA: 2023
PROF. GUÍA: CRISTIAN ANGELO GUEVARA CUÉ

BÚSQUEDA DE SESGO HIPOTÉTICO Y APLICACIÓN DE SP-OFF-RP Y CHEAP TALK PARA SU CORRECCIÓN EN EL CONTEXTO DE EXPERIMENTOS DE ELECCIÓN MODAL PARA VIAJES INTERURBANOS

Los modelos de elección discreta constituyen una herramienta econométrica que permite representar el proceso mediante el cual las personas eligen entre alternativas. Las situaciones de elección son variadas, por lo que estos modelos han sido aplicados en diversos campos, tales como economía del consumidor, medioambiental, de la salud y de transporte. Particularmente en transporte han cobrado gran relevancia, ya que su formulación permite estimar el valor subjetivo por ahorros de tiempo de viaje (VST), el cual es sumamente útil en análisis costo beneficio de proyectos de inversión en transporte.

Como toda herramienta econométrica, estos modelos requieren de la recolección de datos para su estimación, los cuales pueden ser recolectados desde dos fuentes principales: preferencias reveladas (PR) o declaradas (PD). Los primeros se caracterizan por ser confiables, pero caros, mientras que los segundos son baratos y flexibles, pero podrían estar afectados por el denominado sesgo hipotético. Este último corresponde a la inconsistencia entre PD y PR, lo cual podría afectar seriamente la validez de los resultados derivados mediante datos PD.

El sesgo hipotético ha sido estudiado en la literatura obteniéndose evidencia variable dependiendo del campo de investigación. En el caso de transporte, la evidencia mayoritaria ha corroborado su existencia en experimentos PD, obteniéndose en más de una ocasión, un VST de PD cercano a la mitad del de PR. Se han propuesto diversos métodos para corregir el sesgo hipotético y con ello poder aprovechar las ventajas que PD ofrece por sobre PR.

En el presente trabajo se llevó a cabo un experimento de elección modal en el contexto de viajes interurbanos. La metodología consistió en estimar el VST mediante PR y PD, para luego analizar si la diferencia entre ellos constituye evidencia suficiente para corroborar la existencia de sesgo hipotético. Además, se implementaron dos métodos de corrección: cheap talk y SP-off-RP. El interés en esto último es evaluar su efectividad corrigiendo el mencionado sesgo.

Como resultado se pudo corroborar la existencia de sesgo hipotético y evaluar un correcto desempeño de SP-off-RP a través del análisis de los VST estimados y los tests de razón de verosimilitud. Sin embargo, la dirección del sesgo fue variable dependiendo del estrato de ingreso, lo cual en cierto grado es contradictorio con los antecedentes de la literatura de transporte. Se pusieron a prueba PD y SP-off-RP mediante predicciones fuera de muestra, no observándose superioridad de uno sobre otro. Por último, no se verificó que el método cheap talk haya producido algún efecto de corrección significativo.

*A la familia que me formó
y a la que formé*

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mis padres Félix y Alejandra por su cariño, dedicación y por ser un apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida. Me otorgaron buena educación académica y valórica, la cual es la única herencia que un padre le deja a un hijo.

También quiero agradecer a mis hermanas Catalina y Gabriela, para quienes siempre he querido ser un ejemplo, pero más de alguna vez ellas lo han sido para mí.

Doy las gracias a mis abuelos Félix, Marina, Mauricio y Elemena que me entregan sus fuerzas desde el cielo y terrenalmente. Muchas gracias a mis tíos, tías, primos y primas, por haberme ayudado en los momentos que lo necesité.

A mis amigos que hice en primer año de universidad y que perduran hasta el día de hoy, Bastián, Nicolás y Vicente, muchas gracias por acompañarme durante todas las etapas de este proceso. Forjamos momentos que ya son eternos.

Infinitas gracias a Thiare, con quien emprendimos la hermosa tarea de ser padres de Félix. Una de mis mayores alegrías es poder disfrutar este logro junto a ustedes, que han sido y serán el principal motor de mi vida en la búsqueda de mis objetivos.

Cerrar el último capítulo de este proceso no habría sido posible sin la ayuda de mi profesor guía Ángelo, a quien le agradezco enormemente las reuniones e intercambios que tuvimos para desarrollar el presente trabajo.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos Generales.....	2
1.3. Metodología General.....	2
1.4. Estructura de la Memoria	4
2. Marco Teórico.....	5
2.1. Modelos de Elección Discreta	5
2.1.1. Teoría de Utilidad Aleatoria	6
2.1.2. Modelo Logit Multinomial (MNL)	8
2.1.3. Estimación por Máxima Verosimilitud	8
2.2. Métodos de Recolección de Datos para Modelos de Elección Discreta	9
2.3. Sesgo Hipotético	10
2.3.1. Sesgo hipotético en economía medioambiental	11
2.3.2. Sesgo hipotético en economía del consumidor	12
2.3.3. Sesgo hipotético en economía de la salud	13
2.3.4. Sesgo hipotético en economía de transporte	14
2.4. Métodos de Corrección del Sesgo Hipotético	16
2.4.1. Cheap Talk	16
2.4.2. SP-off-RP	17
3. Diseño de Experimentos.....	24
3.1. Descripción General.....	24
3.1.1. Pares OD Considerados.....	25
3.1.2. Público Objetivo.....	27
3.1.3. Contexto General de la elección modal en viajes interurbanos	27
3.2. Experimento PR	29
3.3. Experimentos PD	31
3.3.1. Consideraciones Básicas para Experimentos PD.....	31
3.3.2. Diseño PD	34
3.4. Experimentos SP-off-RP	37
3.5. Cheap Talk.....	40
4. Construcción de la Encuesta	42
4.1. Estructura de la Encuesta	42
4.1.1. Introducción y Filtro por Par OD	43

4.1.2.	Sección PR	44
4.1.3.	Experimentos de Elección Modal.....	46
4.1.4.	Sección Final	48
5.	Datos	50
5.1.	Aplicación de la Encuesta	50
5.2.	Validación de los Datos.....	51
5.3.	Descripción de los Datos.....	55
5.3.1.	Caracterización general de los encuestados	55
5.3.2.	Descripción de Viajes Interurbanos recolectados	58
6.	Modelos y Metodologías de análisis	60
6.1.	Construcción del Modelo de Elección Modal.....	60
6.1.1.	Modelo básico (Modelo 1)	61
6.1.2.	Segmentación por ingresos (Modelo 2)	61
6.1.3.	Segmentación por propósito de viaje (Modelo 3).....	62
6.1.4.	Segmentación por ingresos y por propósito de viaje (Modelo 4)	63
6.1.5.	Inclusión de características del grupo de viaje (Modelo 5 y 6)	63
6.1.6.	Variables Específicas para Estimación PD y SP-off-RP	65
6.2.	Metodologías de Análisis	66
6.2.1.	Intervalos de confianza.....	66
6.2.2.	Test de razón de verosimilitud.....	67
6.2.3.	Análisis Cheap Talk.....	69
6.2.4.	Predicciones fuera de muestra	70
7.	Resultados.....	73
7.1.	Selección Modelo de Elección Modal.....	73
7.2.	Estimación de Modelos	78
7.3.	Estimación del Valor subjetivo del Tiempo.....	82
7.4.	Test de Razón de Verosimilitud	87
7.5.	Resultados Cheap Talk.....	89
7.6.	Desempeño en Predicciones	93
8.	Conclusiones	97
	Bibliografía	99
	Anexo A: Comunas Consideradas Para El Estudio.....	105
	Anexo B: Niveles Experimentos PD	106
	Anexo C: Enunciados Encuesta	111

Anexo D: Estimaciones Modelos Restringidos Test de Razón de verosimilitud	120
Anexo E: Estimaciones para Análisis Cheap Talk.....	126

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Pares OD y conjunto universo de alternativas en cada uno	27
Tabla 3.2: Características de cada Grupo de Viaje	30
Tabla 3.3: Atributos de cada Modo	31
Tabla 3.4: Niveles de los atributos para el ejemplo	32
Tabla 3.5: Niveles de los atributos para el ejemplo	32
Tabla 3.6: Diseño Experimental utilizado para experimentos PD	35
Tabla 3.7: Diseños SP-off-RP (tres alternativas)	39
Tabla 3.8: Diseños SP-off-RP (dos alternativas).....	40
Tabla 5.1: Encuestas aplicadas desagregadas por tanda	51
Tabla 5.2: Partes de la encuesta para las que se conoce el tiempo de respuesta desagregado.....	52
Tabla 5.3: Análisis tiempos de respuesta por parte (en segundos)	52
Tabla 5.4: Cantidad de Valores Atípicos en cada parte de la encuesta	53
Tabla 5.5: Distribución Sexo	55
Tabla 5.6: Distribución Ocupación Principal	56
Tabla 5.6: Descriptores Estadísticos Edad	56
Tabla 5.8: Distribución de Ingreso Familiar per cápita	57
Tabla 5.9: Descriptores Estadísticos Ingreso Familiar per cápita	58
Tabla 5.10: Distribución Pares OD recolectados	58
Tabla 5.11: Distribución Tamaños de Grupo	59
Tabla 5.12: Distribución Propósitos de Viaje	59
Tabla 6.1: Estratos de Ingreso per cápita	62
Tabla 6.2: Categorías de propósitos de viaje.....	63
Tabla 7.1: Estimación Modelos 1, 2, 3 y 4 (datos PR).....	74
Tabla 7.2: Tests de razón de verosimilitud para justificar segmentación de ingreso y propósito de viaje.....	75
Tabla 7.3: Estimación Modelos 5 y 6 (datos PR).....	77
Tabla 7.4: Tests de razón de verosimilitud para justificar inclusión de características del viaje	78
Tabla 7.5: Estimación Modelo 2 con datos PR, PD y SP-off RP.....	80
Tabla 7.6: Estimación Modelo 6 con datos PR, PD y SP-off RP.....	81
Tabla 7.7: Valor Subjetivo del Tiempo Modelo 2 (CLP/h/persona).....	82
Tabla 7.8: Valor Subjetivo del Tiempo Modelo 6 (CLP/h/persona).....	83
Tabla 7.13: Tests de razón de verosimilitud Modelo 2	88
Tabla 7.14: Tests de razón de verosimilitud Modelo 6	89
Tabla 7.15: Tests de razón de verosimilitud Modelo 6	89
(restringiendo solo β_t , β_{cb} , β_{ca} y β_{cd}).....	89
Tabla 7.16: Efecto cheap talk a través de β_{tct}	90
Tabla 7.17: Efecto cheap talk a través de β_{cb} , ct , β_{ca} , ct , β_{cd} , ct y β_{cpo} , ct	91
Tabla 7.18: Efecto cheap talk a través de β_{tct}	92

(Individuos con un tiempo entre 15 a 60 segundos frente al cheap talk).....	92
Tabla 7.19: Efecto cheap talk a través de $\beta_{cb}, ct, \beta_{ca}, ct, \beta_{cd}, ct$ y β_{cpo}, ct	93
(Individuos con un tiempo entre 15 a 60 segundos frente al cheap talk).....	93
Tabla 7.20: Pruebas de Hipótesis para Desempeño en Predicciones (Modelo A).....	94
Tabla 7.21: Pruebas de Hipótesis para Desempeño en Predicciones (Modelo B).....	95
Tabla 7.22: Prueba de Hipótesis PD mejor que SP-off-RP (Modelo 6).....	95
Tabla A.1: Comuna pertenecientes a la RM consideradas	105
Tabla A.2: Comunas no pertenecientes a la RM consideradas	105
Tabla B.1: Niveles PD Auto y Bus (parte 1)	107
Tabla B.2: Niveles PD Auto y Bus (parte 2)	108
Tabla B.3: Niveles PD Avión y Tren (parte 1).....	109
Tabla B.4: Niveles PD Avión y Tren (parte 2).....	110
Tabla D.1: Estimación Modelo 2 Restringido (parte 1)	120
Tabla D.2: Estimación Modelo 2 Restringido (parte 2)	121
Tabla D.3: Estimación Modelo 6 Restringido (parte 1)	122
Tabla D.4: Estimación Modelo 6 Restringido (parte 2)	123
Tabla D.5: Estimación Modelo 6 Restringido	124
(restringiendo solo $\beta_t, \beta_{cb}, \beta_{ca}$ y β_{cd}) (parte 1)	124
Tabla D.6: Estimación Modelo 6 Restringido	125
(restringiendo solo $\beta_t, \beta_{cb}, \beta_{ca}$ y β_{cd}) (parte 2)	125
Tabla E.1: Enfoque β_{tct} Modelo 2.....	126
Tabla E.2: Enfoque β_{tct} Modelo 6.....	127
Tabla E.3: Enfoque $\beta_{cb}, ct, \beta_{ca}, ct, \beta_{cd}, ct$ y β_{cpo}, ct Modelo 2.....	128
Tabla E.4: Enfoque $\beta_{cb}, ct, \beta_{ca}, ct, \beta_{cd}, ct$ y β_{cpo}, ct Modelo 6.....	129
Tabla E.5: Enfoque β_{tct} Modelo 2.....	130
(seleccionando la muestra para cheap talk).....	130
Tabla E.6: Enfoque β_{tct} Modelo 6.....	131
(seleccionando la muestra para cheap talk).....	131
Tabla E.7: Enfoque $\beta_{cb}, ct, \beta_{ca}, ct, \beta_{cd}, ct$ y β_{cpo}, ct Modelo 2.....	132
(seleccionando la muestra para cheap talk).....	132
Tabla E.8: Enfoque $\beta_{cb}, ct, \beta_{ca}, ct, \beta_{cd}, ct$ y β_{cpo}, ct Modelo 6.....	133
(seleccionando la muestra para cheap talk).....	133

Índice de Figuras

Figura 4.1: Ejemplo de experimento de elección modal en la encuesta.....	48
Figura 5.1: Histograma del Tiempo de Respuesta Total.....	55
Figura 5.2: Histograma de la Edad en la Muestra Validada.....	56
Figura 5.3: Histograma del ingreso familiar per cápita en la Muestra Validada.....	57
Figura 7.1: Intervalos de Confianza VST Ingresos Bajos (Modelo 2).....	85
Figura 7.2: Intervalos de Confianza VST Ingresos Bajos (Modelo 6).....	85
Figura 7.3: Intervalos de Confianza VST Ingresos Altos (Modelo 2).....	86
Figura 7.4: Intervalos de Confianza VST Ingresos Altos (Modelo 6).....	86
Figura 7.5: Intervalos de Confianza VST Ingresos Desconocidos (Modelo 2).....	86
Figura 7.6: Intervalos de Confianza VST Ingresos Desconocidos (Modelo 6).....	86
Figura 7.7: Intervalos de Confianza VST Paga Otro (Modelo 2).....	87
Figura 7.8: Intervalos de Confianza VST Paga Otro (Modelo 6).....	87
Figura C.1: Enunciados Introducción de la Encuesta.....	111
Figura C.2: Enunciados Filtro por par OD.....	112
Figura C.3: Cuestionario PR (parte 1).....	113
Figura C.4: Cuestionario PR (parte 2).....	114
Figura C.5: Cuestionario PR (parte 3).....	115
Figura C.6: Cuestionario PR (parte 4).....	115
Figura C.7: Cuestionario PR (parte 5).....	116
Figura C.8: Instrucciones Experimentos de Elección.....	117
Figura C.9: Cheap Talk en la encuesta.....	118
Figura C.10: Enunciado Sección Final.....	119

1. Introducción

1.1. Motivación

Los modelos de elección discreta han sido extensamente usados para explicar y predecir el comportamiento individual. Mediante observaciones empíricas, estos modelos pueden ser calibrados y con ello se puede conocer la importancia relativa de los atributos que influyen en un determinado fenómeno de elección. Algunas de sus aplicaciones son predicción del comportamiento, determinación de relaciones causales, diseño de incentivos y estimación de la disponibilidad a pagar.

La información necesaria para estimar un modelo de elección discreta puede ser recolectada a través de dos métodos principales: preferencias reveladas (PR) o declaradas (PD). Por un lado, las preferencias reveladas corresponden a observaciones en mercados reales, lo cual las vuelve confiables, ya que indudablemente representan el comportamiento verdadero. Sin embargo, poseen limitaciones tales como el hecho de estar restringidas a alternativas y atributos existentes, ser costosas y sufrir de multicolinealidad.

Por otra parte, las preferencias declaradas son recopiladas usualmente mediante encuestas, las que se caracterizan por ser baratas y flexibles, pero su confiabilidad se ha puesto en duda debido al denominado sesgo hipotético. Este corresponde a inconsistencia resultante entre las preferencias declaradas en un entorno hipotético con respecto a otras recolectadas desde un contexto más realista (Haghani et al., 2021a).

El sesgo hipotético ha sido estudiado en la literatura de distintos campos de la economía aplicada, reportándose evidencia mixta, i.e. en ocasiones se ha corroborado la existencia del sesgo hipotético, mientras que en otras no. Una de las primeras investigaciones que estudió el asunto en el área de transporte fue (Brownstone & Small, 2005), en donde se obtuvo un valor subjetivo del tiempo para PR que resultó ser cercano al doble del obtenido mediante PD. De tal forma, que el VST podría estar siendo subestimado en estudios PD. Esto último se pudo verificar, con algunas limitaciones, en (Chiu, 2018) para la elección modal en viajes urbanos. Una explicación que se ha dado consiste en que las personas sobrestiman su restricción presupuestaria al momento de elegir en experimentos PD, optando por alternativas más caras a las que elegirían en la realidad.

Varios métodos de corrección se han propuesto con el objetivo de mitigar el sesgo hipotético en experimentos PD y con ello poder aprovechar sus bondades sin temor a errores metodológicos. Uno de ellos corresponde al método SP-off-RP propuesto en (Train and Wilson, 2008), el cual consiste en construir experimentos de elección basados

en un contexto de elección real experimentado por el encuestado. Pocas aplicaciones de este método se han llevado a cabo, pero mucho se ha comentado de sus potenciales beneficios corrigiendo el sesgo hipotético al aumentar el realismo. Otro método, de aplicación más sencilla, corresponde al cheap talk propuesto originalmente por (Cummins and Taylor, 1999) para valoración contingente. Este consiste en concientizar al encuestado sobre el fenómeno del sesgo hipotético y sus implicancias, con lo cual inducirlo a responder de manera más veraz.

De esta forma, el presente trabajo tiene por objetivo corroborar la existencia de sesgo hipotético y evaluar el desempeño de los dos métodos de corrección mencionados: Cheap Talk y SP-off-RP. Para esto se trabaja en base al fenómeno de elección modal para viajes interurbanos.

1.2. Objetivos Generales

Esta memoria tiene dos objetivos principales. El primer objetivo es corroborar empíricamente la existencia de sesgo hipotético en experimentos de elección PD, mientras que el segundo es evaluar el desempeño de los métodos de corrección Cheap Talk y SP-off-RP. Ambos objetivos buscan ser logrados para un contexto experimental de elección modal en viajes interurbanos.

1.3. Metodología General

Para lograr los objetivos propuestos, se construye y aplica una encuesta de elección modal para viajes interurbanos, la cual se separa en dos partes principales.

En la primera parte de la encuesta, se pregunta por el último viaje interurbano, cuyo contexto de elección se reconstruye a través de la aplicación de un experimento de preferencias reveladas (PR). Principalmente, se busca conocer el medio de transporte utilizado, las alternativas consideradas y características del viaje. Estos datos se utilizan para calibrar un modelo de elección discreta (Modelo PR), desde donde se estima un valor subjetivo del tiempo (VST_{PR}) que se asume libre de sesgo hipotético.

En la segunda parte, los encuestados contestan ocho experimentos de elección modal, de los cuales cuatro son de tipo PD y otros cuatro SP-off-RP. En cada uno de estos, se le presentan medios de transporte, caracterizados por tiempo y costo, mediante los cuales podrían realizar un viaje interurbano idéntico al reportado en el experimento PR. Por ende, se les pide suponer el mismo contexto de aquella ocasión y seleccionar la alternativa que utilizarían en el hipotético caso.

Los datos obtenidos mediante los experimentos PD, se utilizan para estimar un segundo modelo de elección discreta (Modelo PD) desde donde se estima VST_{PD} , el cual se compara con VST_{PR} , con el fin de corroborar empíricamente la existencia de sesgo hipotético. Además de esto, también se realizan otras pruebas formales, tales como test de razón de verosimilitud y predicciones fuera de muestra.

Por su parte, con los datos recabados desde los experimentos SP-off-RP se estima un tercer modelo de elección discreta (Modelo SP-off-RP) desde donde se estima VST_{SPRP} , el cual es comparado con los dos ya señalados: VST_{PR} y VST_{PD} . De haber corroborado sesgo entre PR y PD, en este caso se busca analizar si SP-off-RP corrige este. Para estos efectos también se aplican las pruebas formales mencionadas

Adicionalmente, con el fin de estudiar el impacto del método cheap talk, previo a los experimentos de elección modal, a la mitad de las personas se les aplicará dicho método. Esto consiste en exponer un texto que llama a los encuestados a tener conciencia del sesgo hipotético y sus implicancias. Luego, se les pide contestar a los experimentos de elección como si se tratara de contextos reales. Esto busca principalmente generar un efecto en el encuestado, para que sus respuestas se condigan con su comportamiento real. Este método se evalúa comparando el grupo que se vio expuesto al texto con quienes no, indagando si los resultados indican que produjo algún efecto.

En base a la metodología general, se desprenden las siguientes tareas:

1. Crear experimentos PR, PD y SP-off-RP de elección modal para viajes interurbanos
2. Crear experimento Cheap Talk
3. Construir encuesta
4. Aplicar encuesta y recolectar datos
5. Estimar modelos de elección discreta
6. Analizar resultados y concluir respecto a los objetivos generales

1.4. Estructura de la Memoria

La estructura que seguirá la memoria es la siguiente:

- **Capítulo 2. Marco Teórico:** Se presenta la teoría que sustenta la memoria. Además, se detalla la literatura relevante relacionada al tema de investigación
- **Capítulo 3. Diseño de Experimentos:** Se detallan los pasos que se siguieron para el diseño de los experimentos PR, PD, SP-off-RP y cheap talk.
- **Capítulo 4. Construcción de la encuesta:** Se detallan los pasos seguidos para la implementación de los diseños en la encuesta digital a aplicar.
- **Capítulo 5. Datos:** Se reporta el proceso de aplicación de encuesta. Además, se validan y describen los datos recolectados.
- **Capítulo 6. Modelos y metodologías de análisis:** Se presentan los modelos considerados para la generación de los resultados. También se describen las metodologías mediante las cuales se analizan los resultados.
- **Capítulo 7. Resultados:** Se muestran los modelos estimados resultantes, así como también los resultados de las metodologías de análisis aplicadas.
- **Capítulo 8. Conclusiones:** Se presentan las principales conclusiones del trabajo, así como las limitaciones de él y propuestas de trabajo futuro.

2. Marco Teórico

La presente memoria se enfoca en corroborar la existencia de sesgo hipotético en un experimento de elección discreta particular, así como también evaluar el desempeño de dos métodos de corrección propuestos en la literatura para dicho asunto.

De esta manera, la teoría necesaria para la realización del trabajo queda delimitada por modelos de elección discreta, métodos de recolección de datos, sesgo hipotético y lo respectivo a los métodos de corrección implementados. A continuación, se presentan los aspectos más relevantes de los tópicos mencionados.

2.1. Modelos de Elección Discreta

Los modelos de elección discreta buscan representar el comportamiento de elección a nivel individual. Específicamente, son aplicados a situaciones en que un tomador de decisión, con el fin de satisfacer una necesidad, debe elegir una y solo una alternativa desde un conjunto finito y discreto de opciones disponibles para dicho fin. La modelación que se emplea simplifica y descompone el fenómeno en tres elementos básicos: tomador de decisión, conjunto de elección y regla de decisión. (Train, 2001, capítulo 2)

En casos prácticos, el *tomador de decisión* podría ser una persona, hogar, firma o cualquier otra unidad con la capacidad de realizar elecciones.

Por su parte, el *conjunto de elección* corresponde al grupo de alternativas mediante las cuales el tomador de decisión podría satisfacer su necesidad. Dependiendo del contexto, las alternativas podrían ser bienes, servicios, cursos de acción o cualquier otra opción o ítem proclive a ser elegido.

A su vez, la *regla de decisión* mayormente utilizada es el criterio de máxima utilidad. En el marco de los modelos de elección discreta, esto significa que la alternativa elegida corresponde a aquella que retribuye mayor utilidad para el tomador de decisión. Sin embargo, existen y se han utilizado otras (e.g. minimización del arrepentimiento).

Cada tomador de decisión se reduce a una serie de *características*, mientras que cada alternativa a una colección de *atributos*. Ambas corresponden simplemente a variables cuantitativas o cualitativas que buscan explicar la elección y mediante las cuales se construyen las funciones de utilidad. Estas últimas, además consideran parámetros numéricos que miden la influencia relativa de cada variable explicativa y sus valores son determinados mediante procedimientos econométricos, en donde el más ampliamente utilizado ha sido la *estimación por máxima verosimilitud*.

Conocer la especificación real y detallada de las funciones de utilidad es un ejercicio excesivamente ambicioso y poco practicable, lo cual hace que siempre exista un grado de error en el modelo. Con el fin de hacerse cargo de dicha limitación se ha propuesto la *teoría de utilidad aleatoria*, la cual consiste en incorporar una componente de error en la utilidad mediante una variable aleatoria. De esta manera, la modelación se vuelve probabilística en lugar de determinística. Dependiendo de la variable aleatoria utilizada, se derivan distintos modelos (e.g. modelo logit multinomial).

En definitiva, luego de la descripción general recién expuesta, a continuación, se procede a explicar con mayor detalle la teoría de utilidad aleatoria, el modelo logit multinomial y la estimación por máxima verosimilitud.

2.1.1. Teoría de Utilidad Aleatoria

En el presente acápite se resumen los aspectos relevantes de la teoría de utilidad aleatoria, los cuales son extraídos desde (Ortúzar & Román, 2003).

La teoría de la utilidad aleatoria comienza desde los siguientes supuestos:

- Los tomadores de decisión actúan de forma racional y poseen información perfecta, por lo que escogen la alternativa que maximiza su utilidad sujeto a sus restricciones.
- Dado un conjunto universo C con todas las alternativas existentes, las restricciones de cada tomador de decisión n determinan su conjunto de elección C_n , el cual cumple $C_n \subseteq C$ y corresponde a las alternativas disponibles para dicho tomador de decisión.
- Cada individuo n asocia una utilidad U_{in} a cada alternativa $i \in C_n$

U_{in} se interpreta como la utilidad indirecta condicional, i.e. la máxima utilidad que puede ser obtenida por n si elige i . Dado el criterio de máxima utilidad, la probabilidad de que un individuo n elija la alternativa i viene dada por la ecuación 2.1.

$$P(U_{in} > U_{jn}) \quad \forall j \in C_n, j \neq i \quad (2.1)$$

La utilidad de cada alternativa proviene de los atributos de esta y de características del tomador de decisión (en adelante, nos referimos indistintamente a atributos o características como variables explicativas). Conocer de manera determinista la utilidad de cada persona es un ejercicio en la práctica imposible, dado que puede depender de muchos factores. En la literatura se han identificado cuatro posibles fuentes de error en las funciones de utilidad:

- Atributos que el investigador no considera en el modelo, pero que el individuo sí toma en cuenta para tomar su decisión.
- Variación en las preferencias entre individuos que no se toma en cuenta en el modelo.
- Error en las mediciones de los atributos.
- El reemplazo de la medición de un atributo por alguna variable similar. (Manski, 1977)

Luego, para incluir el error en el modelo, se asume a la función de utilidad como la suma entre una parte determinista observable y medible por el analista, y otra parte estocástica que representa el error y se trata como variable aleatoria. (McFadden, 1974)

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (2.2)$$

Lo más simple es representar la parte determinista (V_{in}) como una función lineal de las variables explicativas (x_{ikn}), tal como muestra la ecuación 2.3. De esta forma, los parámetros asociados a cada variable (β_{ik}) representan la utilidad marginal de cada una de estas. Sin embargo, podrían emplearse especificaciones de cualquier tipo (e.g. no lineales).

$$V_{in} = \sum_k \beta_{ik} \cdot x_{ikn} \quad (2.3)$$

Nótese en la ecuación 2.3 que se toma el supuesto de que los parámetros β_{ik} no varían entre individuos (solo entre alternativas y variables explicativas). Esto sugiere que las preferencias de las personas muestreadas son homogéneas, o bien que se logra segmentarlos en base a variables demográficas de modo que lo sean. En el caso de transporte, esto se suele hacer utilizando variables socioeconómicas.

Reemplazando la ecuación 2.2 en 2.1 se obtiene lo mostrado en la ecuación 2.4, donde $F_{\varepsilon_{jn}-\varepsilon_{in}}$ representa la función de distribución acumulada de $\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}$. De esta forma, la probabilidad de elección depende de las diferencias $V_{in} - V_{jn}$ y el tipo de variable aleatoria elegida para modelar el error.

$$\begin{aligned} P(V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}) &= P(\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} < V_{in} - V_{jn}) \\ &= F_{\varepsilon_{jn}-\varepsilon_{in}}(V_{in} - V_{jn}) \quad \forall j \in C_n, j \neq i \end{aligned} \quad (2.4)$$

2.1.2. Modelo Logit Multinomial (MNL)

Según los supuestos que se hagan respecto a la distribución de ε se obtienen distintos modelos. Uno ampliamente usado es el Modelo Logit Multinomial (MNL), el cual nace de asumir que los errores son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas Gumbel de parámetros $(0, \mu)$. Aplicando esto a la ecuación 2.4, se tiene que la probabilidad de elegir la alternativa i para el individuo n , en el MNL, viene dada por la ecuación 2.5, donde μ es un factor de escala inversamente proporcional a la varianza del error. Vale decir que para efectos de estimación, μ usualmente se normaliza igual a 1, ya que no es posible identificarlo.

$$P(i|C_n) = \frac{\exp(\mu \cdot V_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(\mu \cdot V_{jn})} \quad (2.5)$$

2.1.3. Estimación por Máxima Verosimilitud

La estimación por máxima verosimilitud es un procedimiento empleado para determinar el valor de los parámetros (β_{ik}) ubicados en la parte sistemática de la utilidad (V_{in}) . A esto se le conoce como estimación del modelo.

Para efectuar la estimación del modelo, en primer lugar se requiere de un conjunto de datos, el cual consiste en una muestra de situaciones de elección, que tuvieron lugar bajo el contexto de estudio. Cada observación de dicha muestra se compone por datos de las variables explicativas (x_{ikn}) y la elección hecha.

Luego, se construye la verosimilitud, la cual corresponde a una función que, dada una muestra, entrega la probabilidad de que un conjunto de parámetros β la haya generado. Finalmente, los parámetros se determinan maximizando la verosimilitud, obteniendo así los parámetros que mejor reproducen las observaciones de la muestra. (Ortúzar and Willumsen, 2011).

Si se posee una muestra con N observaciones independientes, entonces la verosimilitud viene dada por la ecuación 2.6, donde y_{ni} es una variable binaria que vale 1 si el individuo n elige i y 0 en otro caso. En el caso de un MNL la función verosimilitud viene dada por la ecuación 2.7.

Usualmente, en vez trabajar con $L(\beta)$ se trabaja con su logaritmo natural, i.e., $\ln(L(\beta))$, lo cual se denomina log-verosimilitud (log-likelihood en inglés). Esto se hace debido a que el óptimo de $L(\beta)$ es equivalente al de $\ln(L(\beta))$, ya que esta última es una transformación monótona creciente de la primera. Además, de esta manera las pitatorias

resultan en sumatorias, lo cual resulta mejora la eficiencia de los métodos numéricos que se emplean para la optimización.

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_{i \in C_n} P(i|C_n)^{y_{ni}} \quad (2.6)$$

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_{i \in C_n} \left[\frac{\exp(\mu \cdot V_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(\mu \cdot V_{jn})} \right]^{y_{ni}} \quad (2.7)$$

2.2. Métodos de Recolección de Datos para Modelos de Elección Discreta

Los datos, referidos en el acápite 2.1.3, necesarios para la estimación de un modelo de elección discreta pueden ser recolectados mediante dos metodologías principales: preferencias reveladas (PR) o declaradas (PD).

La metodología PR consiste en recabar observaciones desde situaciones reales. De esta forma, los datos recolectados por esta vía tienen la ventaja de ser confiables, ya que sin lugar a duda representan el comportamiento real de los tomadores de decisión. Ejemplos de estos son la encuesta origen destino llevada a cabo por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, las compras de una persona en el supermercado registradas en una boleta, entre otras.

A pesar de la confiabilidad que poseen los datos PR, el procedimiento para su recolección resulta costoso en tiempo y dinero. Además, poseen la limitación de estar restringidos a las alternativas y atributos existentes en los mercados reales, lo cual imposibilita la evaluación de proyectos futuros (e.g. una nueva línea de metro o autopista). En muchos casos, los niveles de atributos observados en la realidad resultan similares entre las alternativas existentes (poca varianza) y además suelen sufrir de multicolinealidad, lo cual dificulta la aplicación de los algoritmos numéricos en el proceso de estimación.

Por su parte, la metodología PD consiste en recolectar preferencias desde entornos hipotéticos a través de experimentos contruidos por el analista, por ende son ejercicios meramente ficticios. Existen tres tipos de experimentos PD principales: valoración contingente, análisis conjunto y experimentos de elección discreta.

La valoración contingente consiste en solicitar a un encuestado que declare su disposición a pagar por una alternativa, tal que sea indiferente entre esta y otra de

referencia. En el análisis conjunto, el encuestado debe ordenar o calificar, según sus preferencias, una serie de alternativas que le son presentadas.

Por su parte, los experimentos de elección discreta consisten en generar un escenario hipotético de elección con dos o más alternativas disponibles, para luego solicitarle al encuestado evaluarlas y seleccionar una.

Aquellos experimentos PD que han recibido mayor aceptación en transporte han sido los experimentos de elección discreta. Esto se debe a que su dinámica, con respecto a la de los otros dos, recrea de mejor manera la forma en que se realizan las elecciones en la realidad.

El empleo de experimentos de elección discreta permite obtener un gran volumen de datos a un costo relativamente bajo, ya que a cada encuestado se le pueden aplicar múltiples de estos. Además, su naturaleza ficticia permite incluir alternativas y atributos no existentes en la realidad y la varianza de los datos puede ser manejada por el analista. De esta manera, resultan ser una metodología que supera las limitaciones de la recolección de datos mediante PR.

Sin embargo, la confiabilidad de los experimentos PD ha sido puesta en duda, ya que eventualmente los encuestados podrían declarar preferencias que no representen su comportamiento real. Esto merma la validez de los modelos calibrados mediante datos PD y con ello la generalización de los resultados a otros contextos resulta inadecuada. A este fenómeno se le ha denominado en la literatura como sesgo hipotético.

2.3. Sesgo Hipotético

El sesgo hipotético corresponde a la inconsistencia resultante entre las preferencias declaradas en un entorno hipotético con respecto a otras recolectadas desde un contexto más realista.

La definición del párrafo anterior fue parafraseada desde (Haghani et al., 2021a), en donde se realizó una exhaustiva revisión de los estudios llevados a cabo para corroborar la existencia del sesgo hipotético. En total 58 artículos revisados por pares fueron analizados, identificando que estos provenían de cuatro campos de la economía aplicada: economía medioambiental, del consumidor, de la salud y de transporte.

La metodología general utilizada en dichos artículos ha consistido en comparar los resultados generados por datos obtenidos mediante experimentos de elección discreta con respecto a otros recolectados desde contextos relativamente más realistas. Estos últimos no se restringen únicamente a datos PR, sino que también podrían ser recabados desde otras fuentes que cumplan la condición de ser relativamente más realistas.

La comparación de resultados se ha hecho en base a diversas métricas. Sin embargo, siempre se establece como punto de comparación a la estimación obtenida mediante los datos de contextos más realistas. Luego, el sesgo hipotético se analiza como la diferencia entre la referencia y lo resultante a través de los experimentos de elección discreta. Entre las métricas más frecuentemente utilizadas se encuentra la disposición a pagar por un cierto atributo.

Otro rasgo importante notado entre las investigaciones corresponde a que algunas realizan un análisis entre sujetos, mientras que otras lo hacen al interior de los sujetos. El primero se refiere a que los experimentos de elección discreta son aplicados a un conjunto de personas distinto al usado para obtener los datos de contextos más realistas. Por su parte, el segundo corresponde a utilizar a las mismas personas para ambos efectos.

La evidencia ha resultado ser variable dependiendo del campo de investigación, diseño experimental, entre otros factores. A continuación, se resumen los descubrimientos más relevantes en cada campo, haciendo particular énfasis y mayor profundización en lo relativo al campo de transporte. Vale recalcar, que lo mostrado en los siguientes acápite es extraído principalmente desde (Haghani et al., 2021a).

2.3.1. Sesgo hipotético en economía medioambiental

En economía medioambiental, los experimentos de elección discreta han sido tradicionalmente utilizados para determinar la valoración de bienes que no son transables en el mercado (e.g. acceso a una playa, observar aves, disfrutar de aire limpio).

Los primeros estudios en este campo que estudiaron el sesgo hipotético en experimentos de elección discreta fueron (Adamowicz et al., 1997; Adamowicz et al., 1994). En estos se compararon experimentos puramente hipotéticos con encuestas PR auto reportadas. Los resultados indicaron que cuando se tomaba en cuenta la diferencia de escalas, las inferencias derivadas desde ambos conjuntos de datos eran similares, de tal forma que no se corroboró la existencia de sesgo hipotético.

Una metodología parecida a la anterior se utilizó en (Whitehead et al., 2008), la cual en un contexto de valoración del acceso a la playa pudo estimar elasticidades y excedente del consumidor de manera confiable, mientras que estimaciones respectivas al número de viajes resultó sesgada. Por ende, este estudio mostró evidencia mixta.

Otros estudios compararon experimentos de elección puramente hipotéticos con otros equivalentes que incluían incentivos monetarios, los cuales consisten en entregar al encuestado un presupuesto que debe gastar al momento de realizar sus elecciones.

El supuesto subyacente es que las personas se comportarían de forma más veraz y con ello las estimaciones serían insesgadas o menos sesgadas. En este caso, algunos estudios no encontraron diferencias significativas entre ambos experimentos, ejemplos son (Carlsson & Martinsson, 2001) que realizó un análisis al interior de los sujetos y (Cameron et al., 2002) que lo hizo entre sujetos. Un estudio en el que se encontró evidencia de sesgo hipotético fue (Ready, Champ & Lawton, 2010).

(Johansson-Stenman & Svedsäter, 2008) compararon análisis entre sujetos contra uno al interior de los sujetos. Obtuvieron mayor sesgo en el primero, lo cual atribuyeron a que las personas se esfuerzan por ser consistentes entre sus elecciones hipotéticas y las del mundo real, fenómeno denominado como consistencia cognitiva (McGuire, 1960). Los individuos del análisis entre sujetos solo fueron expuestos al experimento puramente hipotético o al más realista, de tal forma que no se les permitía ser consistentes entre ambos.

En un estudio de seguimiento, (Johansson-Stenman & Svedsäter, 2012) investigaron el sesgo hipotético como la diferencia entre la disposición a pagar marginal entre experimentos puramente hipotéticos y otros con incentivos monetarios. Desarrollaron dos experimentos en base a análisis entre sujetos. El primero se hizo en torno a elecciones de un bien moral (contribuciones a una campaña por la vida silvestre), mientras que el segundo se enfocó en elecciones de un bien privado y neutro moralmente. Los resultados evidenciaron sesgo en el primer experimento, mientras que en el segundo no hubo diferencias significativas. Ellos teorizaron que, además de los beneficios asociados al bien por sí mismo, las personas derivan utilidad de mostrar una imagen positiva. Esto en parte podría explicar el hecho de que en entornos hipotéticos las personas sobrestimen su disposición a pagar por bienes que contemplan un componente ético.

En definitiva, en el campo de la economía medioambiental la evidencia ha resultado ser mixta, notándose que el sesgo puede ser aminorado o exacerbado dependiendo del contexto experimental.

2.3.2. Sesgo hipotético en economía del consumidor

La mayoría de las investigaciones respectivas al sesgo hipotético en este campo se han basado en contextos de elección de comida o bebestibles. Aquí han predominado metodologías que comparan experimentos puramente hipotéticos con versiones equivalentes que comprometen al encuestado a comprar la alternativa elegida. A este último tratamiento, en adelante, le denominaremos experimentos de elección compatibles con incentivos.

La evidencia ha resultado ser mixta, sin embargo la mayoría de los estudios han encontrado sesgos significativos. Un estudio pionero fue (Lusk & Schroeder, 2004), quienes en base a un contexto de elección de filetes de carne, encontraron que las elecciones puramente hipotéticas sobrestimaban la probabilidad de elección de un cierto alimento y con ello también la disposición a pagar total. Sin embargo, no observaron diferencias significativas entre las disposiciones a pagar marginales. Estos resultados fueron replicados por (Alfnes et al., 2006) para un contexto de elección de salmón.

Dado lo anterior, ha surgido gran interés en este campo por posicionar a los experimentos de elección compatibles con incentivos como la metodología correcta a emplear para obtener estimaciones insesgadas.

(Ding, Grewal & Liechty, 2005; Wlömert & Eggers, 2016) evidenciaron superioridad de los experimentos de elección compatibles con incentivos con respecto a sus versiones puramente hipotéticas. Específicamente, obtuvieron que los primeros tenían un mejor desempeño realizando predicciones fuera de muestra, con lo que añadieron nueva evidencia. A pesar de esto, ha sido ampliamente aceptado que los incentivos no son una solución universal, ya que solo pueden ser aplicados a casos donde sea posible recompensar con las alternativas del experimento.

2.3.3. Sesgo hipotético en economía de la salud

En los estudios de los campos de economía medioambiental y del consumidor, han sido frecuentes las metodologías que utilizan a los experimentos de elección compatibles con incentivos como punto de comparación. Sin embargo, en economía de la salud predomina la comparación respecto a elecciones reales (e.g. de medicinas, tratamientos, vacunación, métodos de diagnóstico, intervenciones del estilo de vida, entre otros).

En este campo, los estudios han considerado como tomadores de decisión a pacientes, médicos y autoridades de la salud.

Mientras que en los dos campos anteriores la evaluación del sesgo hipotético se ha realizado en torno a la disposición a pagar, en este campo se ha reportado una variedad de métricas. Además de la clásica disposición a pagar, se han considerado sensibilidad, probabilidad de elección y proporciones de mercado.

Otro aspecto relevante es que los estudios han tendido a utilizar predominantemente un análisis al interior de los individuos.

La evidencia ha sido sistemáticamente favorable a la no corroboración de la existencia del sesgo hipotético o efectos despreciables. (Mark & Swait, 2004; Telser &

Zweifel, 2007; Kesternich et al., 2013; Linley & Hughes, 2013; Salampessy et al., 2015; Mohammadi et al., 2017; Strauss et al., 2018).

2.3.4. Sesgo hipotético en economía de transporte

Los experimentos de elección discreta han sido ampliamente utilizados en el área de transporte. Su uso se ha enfocado a estimación de demanda, valoración de atributos de servicios de transporte, infraestructura y aspectos del comportamiento de viaje, movilidad humana y transporte de carga.

La mayoría de las investigaciones sobre el sesgo hipotético en este campo han estado basadas en el valor de los ahorros por tiempo de viaje (valor subjetivo del tiempo) o valor de la confiabilidad del tiempo de viaje como la métrica primaria para llevar a cabo la comparación. Sin embargo, también se han utilizado probabilidades simuladas a nivel individual y proporciones de mercado agregadas.

Los datos desde contextos más realistas han sido extraídos mediante una variedad de métodos. Entre estas se tiene a elecciones del mundo real no experimentales, encuestas a hogares auto reportadas, seguimiento de la ubicación por GPS y experimentos en laboratorio.

Los análisis han sido mayoritariamente entre sujetos, en lugar de al interior de los sujetos, y sin utilizar alternativas opt-out (la opción de no elegir ninguna alternativa). Los resultados han encontrado de manera casi invariable la existencia de sesgo hipotético significativo.

Un estudio pionero fue (Brownstone et al., 2003), quien investigó la disposición a pagar por reducciones de tiempo de viaje (valor subjetivo del tiempo) en una carretera de San Diego, California durante un período punta mañana congestionado. En estas existen carriles expresos menos congestionados que pueden ser utilizados pagando una tarifa y con ello ahorrar tiempo de viaje. De esta manera, sus observaciones del contexto más realista se recolectaron observando el comportamiento de los conductores, quienes no estaban enterados, por lo que los datos se pueden considerar como libres de intervenciones experimentales. Por otra parte, se aplicaron experimentos de elección discreta que recreaban la elección de elegir el carril expreso en condiciones de congestión. Los resultados arrojaron que el valor subjetivo del tiempo estimado mediante experimentos de elección subestimaba el VST, obteniéndose desde los experimentos de elección un valor cercano a la mitad del obtenido con los datos reales. Estos resultados fueron replicados en un alto grado por (Nielsen, 2004), quien utilizó un experimento de tarificación de carreteras en Dinamarca.

Otros estudios también reportaron que los experimentos de elección hipotéticos subestimaban el valor subjetivo del tiempo en una proporción cercana a la mitad (Ghosh, 2001; Brownstone & Small, 2005; Small, Winston & Yan, 2005; Isacsson, 2007; Chiu, 2018; Krčál et al., 2019). Sin embargo, hay evidencia en el sentido contrario, ya que (Li, Hensher & Ho, 2020) reportan una sobrestimación del valor subjetivo del tiempo.

En definitiva, la evidencia de transporte muestra mayoritariamente que PD subestima el VST. Por otra parte, en economía del consumidor se ha evidenciado más frecuentemente una sobrestimación de la disposición a pagar por ciertos atributos. (Brownstone & Small, 2005) notaron la diferencia en la dirección del sesgo hipotético entre ambos campos, y discuten que la razón de que en transporte la disposición a pagar hipotética sea menor a la real puede deberse a dos principales motivos.

El primero es que las personas en una situación hipotética no están conscientes de las restricciones de tiempo con las que cuentan en la realidad, similar a lo que pasa en economía del consumidor con las restricciones de presupuesto. De esta forma, por ejemplo, si al responder los experimentos de elección eligen una alternativa lenta y barata en lugar de otra rápida pero cara, en la realidad terminan utilizando la segunda debido a que no le pueden destinar el tiempo necesario al viaje (se atrasan, se quedan más tiempo haciendo su actividad anterior, etc.).

El segundo motivo puede ser que las personas tienen una percepción errada del tiempo. Según reportan en el mismo estudio, al pedirles reportar el tiempo que creen que se ahorrarían al utilizar vías rápidas, las personas reportan el doble del valor real. Luego, si las personas recuerdan un ahorro de 10 minutos como 20 minutos, reaccionarían a ahorros de tiempos de viaje hipotéticos de 20 minutos de la misma forma a cómo reaccionarían en la vida real a ahorros de 10 minutos, reduciendo así a la mitad su valor del tiempo.

Otro estudio a destacar es (Fifer, Rose & Greaves, 2014). En este se realizó un experimento que duró 10 semanas, en el cual se recolectaron datos sobre el comportamiento de automovilistas frente a un régimen de cobro de tarifas por kilómetros recorridos, hora del día y velocidad. Durante las primeras 5 semanas no hubo cobros y se monitorearon sus desplazamientos mediante GPS, lo cual constituyó su comportamiento base. En las últimas 5 semanas se implementaron los cobros y se continuaron monitoreando sus recorridos. Con la diferencia entre ambos períodos se obtuvo el cambio real en el comportamiento de los automovilistas frente a cobros. Además, para recabar preferencias desde entornos hipotéticos, a la mitad de los participantes se les aplicaron experimentos de elección antes de comenzar las 10 semanas de monitoreo GPS, mientras que a la otra mitad les fueron aplicados al finalizar las 10 semanas.

Para evaluar el sesgo hipotético se utilizaron tres métricas: disposición a pagar marginal, disposición a pagar total y predicciones. El análisis de la primera arrojó la presencia de sesgo hipotético en un 45% de los participantes, mientras que las otras dos indicaron que el sesgo estuvo presente en aproximadamente un 26%.

Solo se tienen dos estudios que no reportaron presencia significativa de sesgo hipotético. Estos corresponden a (Haghani & Sarvi, 2018; 2019). En el contexto de elección de rutas peatonales encontraron alta consistencia entre experimentos de elección y datos reales, así como también en los resultados de modelación. Interesantemente, en estos estudios no se incluyeron atributos monetarios.

2.4. Métodos de Corrección del Sesgo Hipotético

Con el fin de aprovechar las ventajas que ofrecen los experimentos de elección discreta, distintas técnicas han sido propuestas para mitigar el eventual sesgo hipotético, el cual constituye una de sus mayores desventajas.

Los distintos métodos de corrección pueden ser clasificados en ex ante o ex post. Lo primero se refiere a técnicas cuya aplicación se realiza en el diseño experimental o durante alguna etapa de la encuesta. Lo segundo corresponde a preguntas de seguimiento efectuadas después de los experimentos de elección, cuya información puede ser usada para corregir el sesgo hipotético en el proceso de estimación. (Haghani et al., 2021b).

Los métodos de corrección empleados en el siguiente trabajo son el cheap talk y SP-off-RP. Ambos se clasifican como metodologías ex ante y son explicados a continuación.

2.4.1. Cheap Talk

El Cheap Talk fue propuesto originalmente en (Cummings & Taylor, 1999) con el fin de corregir el eventual sesgo hipotético en experimentos de valoración contingente. Sin embargo, la metodología de este método no la excluye de ser aplicado en experimentos de elección.

Principalmente consiste en concientizar al encuestado sobre el sesgo hipotético y sus implicancias, con el fin de que este declare a los entornos hipotéticos de manera similar a como se comportaría en la realidad.

En términos prácticos consiste en un mensaje del investigador al encuestado que se da previo a los experimentos. En este se comunican tres elementos fundamentales.

Primero, se describe el fenómeno del sesgo hipotético. Segundo, se indican posibles explicaciones. Por último, se solicita al encuestado responder los experimentos como si los contextos hipotéticos de los experimentos se trataran de situaciones reales.

La evidencia sobre la efectividad de este método ha sido variable. Por una parte, (Cummings & Taylor, 1999) y (Carlsson, Frykblom & Johan Lagerkvist, 2005) han reportado un positivo desempeño del cheap talk corrigiendo el sesgo hipotético. Otros solo bajo ciertas condiciones (Morrison & Brown, 2009) o incluso se ha reportado que en ocasiones se sobrecorriga el comportamiento de las personas (Murphy et al., 2003), sesgando los resultados en la dirección contraria.

2.4.2. SP-off-RP

Metodologías que se han propuesto para corregir el sesgo hipotético, proponen que lo adecuado es aumentar el realismo de los experimentos de elección. Entre estas se encuentra el pivoteo.

El pivoteo consiste en observar una elección real, para luego construir un experimento de elección en base a aquella. Específicamente, se reconstruye el contexto real, en cuanto a las alternativas y atributos de estas. Luego, el experimento de elección se obtiene variando los valores reales de los atributos, obteniendo así un escenario pivoteado en torno a una situación experimentada por el encuestado.

A modo de ejemplo, en (Rose et al., 2008) se les pide a las personas que reporten las características de algún viaje realizado últimamente. Para esto, se les pide el medio de transporte escogido junto al tiempo de viaje y el respectivo costo. Luego, se construyen alternativas hipotéticas variando porcentualmente el tiempo y/o costo reportados anteriormente. Otras aplicaciones son (Hensher & Greene, 2003) y (Caussade et al., 2005).

(Hultkrantz & Savsin, 2018) midieron el sesgo hipotético en experimentos de elección no pivoteados (i.e. con valores predefinidos) y pivoteados, comparando estos con los resultados obtenidos mediante elecciones reales. En primer lugar se midió el sesgo hipotético en los experimentos no pivoteados, llegando a la conclusión de que la gente subestima su disposición a pagar por ahorros en tiempos de viaje.

Luego, se aplicó una segunda encuesta donde se comparan los experimentos no pivoteados con los pivoteados. En estos se pide escoger entre dos alternativas para un viaje de al menos una hora.

Para los experimentos no pivoteados, existe una alternativa rápida pero cara y otra lenta pero barata. No se utilizan cantidades absolutas, sino que cantidades relativas. Así,

una alternativa es 15 minutos más lenta pero 15 coronas suecas más barata que la otra. Se asigna una de las dos aleatoriamente a los encuestados y se les pide declarar si se cambiarían a la otra.

Para los experimentos pivoteados, se les pide a los encuestados recordar el último viaje de al menos una hora que hicieron, reportando la duración y costo. Luego, se les pregunta si cambiarían la opción utilizada en aquel viaje por otra 15 minutos más larga pero 15 coronas suecas más barata, o 15 minutos más corta pero 15 coronas suecas más cara. Los resultados arrojaron que los experimentos pivoteados exacerbaron el sesgo hipotético encontrado para los experimentos no pivoteados.

El método SP-off-RP, propuesto en (Train & Wilson, 2008), corresponde a un caso particular del pivoteo. Esto se debe a que SP-off-RP también consiste en construir un experimento de elección en base a una situación real. Sin embargo presenta algunas diferencias respecto al pivoteo.

La primera es que se considera el mismo conjunto de elección que el del contexto real. Esto permitiría disminuir el sesgo hipotético al aumentar el realismo de los experimentos, pues enfrenta al encuestado a exactamente la misma decisión que vivió salvo por cambios en los valores de los atributos. Se supone que de esta forma se podría responder de manera más precisa (Train & Wilson, 2009).

Además, los experimentos SP-off-RP se construyen pivoteando en torno a una situación real, con la salvedad de procurar empeorar la alternativa elegida y/o mejorar las no elegidas. Esto se basa en que así se pueden apreciar cambios de elección, con lo cual cada pregunta aportaría información relevante al modelo, ganando eficiencia.

Una complicación de la metodología SP-off-RP es la presencia de endogeneidad, la cual fue notada en (Train & Wilson, 2008). A continuación, se explican las razones de esta y se muestran maneras de lidiar con ella.

2.4.2.1. Razones y Corrección de la Endogeneidad en SP-off-RP

Para construir experimentos SP-off-RP, en primer lugar, se debe observar una elección real (PR) por cada persona. Esta maximiza su utilidad, la cual se deriva desde atributos observables como no observables. Esto se muestra en la ecuación 2.8, donde y_{in}^{PR} vale 1 si el tomador de decisión n elige i y 0 en otro caso.

$$U_{in}^{PR} = V_{in}^{PR} + \varepsilon_{in}^{PR} \quad (2.8)$$

$$y_{in}^{PR} = 1 \Leftrightarrow U_{in}^{PR} > U_{jn}^{PR}, \forall j \in C_n$$

Una vez que se conoce la alternativa escogida por n en el contexto real, denotada por i_n^{PR} , se construyen los experimentos SP-off-RP empeorando los atributos de esta

alternativa escogida y/o mejorando aquellos de las no escogidas. Si x_{jnk} representa el atributo k de la alternativa j para la persona n , lo anterior puede escribirse como se muestra en la Ecuación 2.9, donde se utiliza el índice SPRP para denotar SP-off-RP como simplificación.

$$x_{jnk}^{SPRP} = \gamma_{jnk} \cdot x_{jnk}^{PR} \quad (2.9)$$

En este caso, γ_{jnk} es un escalar cuyo valor depende de si la alternativa fue escogida o no en el contexto real. Vale notar que hay atributos que contribuyen con una utilidad negativa. Ejemplos son el tiempo y el costo de viaje, los cuales son menos deseables a medida que son mayores. En estos casos, un empeoramiento se produce multiplicando por un $\gamma_{jnk} > 1$, mientras que el mejoramiento se genera multiplicando por $\gamma_{jnk} < 1$. Si se trata de atributos con utilidades positivas, es válido lo contrario.

El origen de la endogeneidad se debe al supuesto de que parte de los atributos no observados en el contexto real (ε_{in}^{PR}), tendrán un efecto en la elección SP-off-RP. Este supuesto suena lógico, pues sería esperable que si la comodidad, por ejemplo, influenciara la probabilidad de elegir auto en el contexto real, esta también sea considerada por el encuestado en el experimento de elección, incluso cuando este atributo no se incluye en el experimento.

El efecto de ε_{in}^{PR} en la elección del experimento se modela agregando parte de este error en la utilidad SP-off-RP, como se muestra en la ecuación 2.10.

$$U_{in}^{SPRP} = V_{in}^{SPRP} + \rho \cdot \varepsilon_{in}^{PR} + \varepsilon_{in}^{SPRP} \quad (2.10)$$

De esta forma, ρ corresponde a la fracción de ε_{in}^{PR} traspasado al experimento SP-off-RP. Luego, si $\rho \neq 0$, existirá endogeneidad puesto que γ_{jnk} está correlacionado con ε_{in}^{PR} al depender de la elección del contexto real, y al mismo tiempo con x_{jnk}^{SPRP} como indica la ecuación 2.9. Luego, ε_{in}^{PR} estaría correlacionado con x_{jnk}^{SPRP} por transitividad, provocando endogeneidad.

(Guevara & Hess, 2019) sugirieron un método para corregir la endogeneidad identificada. Este se basa en el método de función de control de dos etapas y se caracteriza por ser sencillo de aplicar. Este método requiere encontrar para cada variable endógena una variable instrumental que cumpla los siguientes requisitos:

- Condición de relevancia: estar correlacionada con la variable endógena.
- Condición de exogeneidad: no estar correlacionada con el error.

Los atributos de las preferencias reveladas, x_{jnk}^{PR} constituyen un buen instrumento puesto que, en primer lugar, cumplen con la condición de relevancia, lo cual se aprecia en la ecuación 2.9. En segundo lugar, asumiendo que el modelo estimado para las elecciones reales (PR) está bien especificado, entonces x_{jnk}^{PR} es independiente de ε_{in}^{PR} , pues de lo contrario se tendría un modelo endógeno.

De esta forma, el procedimiento a seguir según el método de función de control corresponde a hacer una regresión de cada variable endógena (en este caso, de cada atributo que haya sido modificado en SP-off-RP) en los instrumentos a utilizar, y luego agregar los residuos de estas regresiones en el modelo SP-off-RP. Cabe destacar que la significancia estadística de los residuos es una prueba de la presencia de endogeneidad, y que los errores estándar deben ser calculados utilizando métodos no paramétricos (e.g. bootstrap) como especifican Guevara & Hess (2019).

2.4.2.2. Aplicaciones de SP-off-RP en la literatura

Train & Wilson (2008) propusieron SP-off-RP y llevaron a cabo su primera aplicación. En esta se modeló la elección de ruta y modo conjunta para transportistas de carga en una zona del estado de Washington, Estados Unidos.

En primer lugar, se le pedía a cada transportista describir su último envío de carga hecho. Para esto se identifican seis alternativas que componen el conjunto universo y se solicita indicar la alternativa elegida, así como también las consideradas. De esta forma, se delimitó el conjunto de consideración para cada encuestado.

Luego, para cada alternativa perteneciente a su conjunto de consideración, se les pidió suministrar valores del costo (por tonelada-milla), tiempo de transporte total y confiabilidad (medida como porcentaje de veces que la carga llega en el tiempo planificado). Estos datos constituyeron las preferencias reveladas.

El artículo hace notar el asunto que los datos indicados en el párrafo anterior son auto reportados, por lo que podrían estar sujetos a una variedad de sesgos. Por ejemplo, se podrían reportar mejores atributos para su alternativa elegida como forma de justificar su elección.

Teniendo los datos de una situación real, a cada transportista se le preguntó si, frente a una hipotética nueva elección, mantendrían su alternativa elegida o la cambiarían, dado que el costo de la opción elegida aumentará un porcentaje seleccionado aleatoriamente entre 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60%. Similares preguntas se hicieron, pero variando solo el tiempo de transporte o solo la confiabilidad. Cada una de estas preguntas correspondía a un experimento SP-off-RP.

Vale recalcar del párrafo anterior, que en cada experimento SP-off-RP solo se empeoraba un atributo de la alternativa elegida. Todo lo demás en el escenario de elección resultaba idéntico a los valores auto reportados por el transportista. Se podría decir que este procedimiento desaprovecha la oportunidad de generar más varianza en los datos.

Otra aplicación de SP-off-RP se llevó a cabo en (van Cranenburgh, Chorus & van Wee, 2014), en donde se trabajó en el contexto de elección de destino de vacaciones para ciudadanos holandeses.

En primer lugar, conducen a los encuestados a construir un conjunto de elección con seis alternativas, en lugar de presentar uno predefinido por el investigador. Esto se basa en el supuesto de que las personas primero arman un conjunto de elección de posibles destinos, y en base a los atributos de cada alternativa realizan su elección final. El procedimiento para determinar el conjunto de elección se divide en dos partes.

En la primera parte, se intenta obtener información sobre la persona y sus viajes. De esta forma, se comienza preguntando por las características de las vacaciones que se piensa tomar el próximo año, tales como el número de ellas, la distancia al destino de cada una, los acompañantes y el período. Se escoge uno de estos viajes aleatoriamente, y luego se pregunta a qué tipo de destinos se ha viajado con los mismos acompañantes en los pasados tres años, utilizando para esto tres categorías para medir distancias al destino: doméstico (al interior de Holanda), europeo o intercontinental.

En la segunda parte, se construyen los conjuntos de elección basándose en la información obtenida. Para esto, se construye un contexto de viaje definiendo a los acompañantes de la parte anterior y un período donde el encuestado pensaba tomarse vacaciones. Dadas estas características, se le pide al encuestado que primero cree seis alternativas de vacaciones, donde cada una debe estar descrita por destino, la duración, el tipo de alojamiento, el principal medio de transporte, los costos de transporte estimados y el tiempo de viaje puerta a puerta estimado. Nótese que estos datos también son auto reportados y por ende propensos a una variedad de sesgos.

Una vez compuestas las seis alternativas de viajes, se les pide a los encuestados elegir aquella que piensan llevar a cabo, refiriéndose a esta como la alternativa escogida en preferencias reveladas (PR). Vale notar que esta no corresponde a una elección real, sino que en estricto rigor corresponde a una preferencia declarada. Sin embargo, se puede argumentar que es relativamente más real, ya que fue elegido desde un contexto construido aproximándose a uno real.

A partir de esta información, se crearon ocho preguntas SP-off-RP. Cada una compuesta por una o dos alternativas construidas empeorando la opción PR escogida,

otras dos construidas mejorando dos distintas a la elegida, y una opción de no realizar ningún viaje. De esta manera, el conjunto de elección puede variar entre los experimentos SP-off-RP, lo cual reduce el realismo, ya que en la realidad el conjunto de elección (consideración) tiende a ser fijo.

Para cada alternativa a mejorar o empeorar, los atributos a variar se seleccionan aleatoriamente, pudiendo cambiar esto de persona a persona. La metodología de variación es específica para cada atributo. Para variables continuas (e.g. costo, tiempo y duración del viaje) se aplican ponderadores multiplicativos que se determinan por un número al azar dentro de rangos predeterminados para cada variable. En el caso del costo, dicho rango se escoge para representar el efecto de una subida de precio del petróleo, lo cual es una de las causas más comunes para el incremento de costos de los viajeros, el cual era el fenómeno que se quería modelar.

Si el atributo seleccionado es el modo de viaje, este se varía cambiándolo por uno distinto que este contemplado en el diseño de la encuesta y que sea factible según la longitud del viaje.

En (van Cranenburgh, Chorus & van Wee, 2014), el procedimiento de estimación (para corregir la endogeneidad) está basado en el propuesto por Train y Wilson (2008), haciendo una pequeña modificación, la cual se escapa de los objetivos de esta memoria.

Los dos artículos recién descritos, no fueron investigaciones llevadas a cabo para estudiar el sesgo hipotético. Más bien se abocaron a aplicar la metodología de construcción de experimentos SP-off-RP y los procedimientos de estimación que corrigen la endogeneidad derivada.

(van Cranenburgh, Chorus & van Wee, 2014) justifica el uso de SP-off-RP como una manera de reducir el sesgo hipotético al aumentar el realismo del experimento, citando a (Hensher, 2010). Sin embargo, no se citan investigaciones que hayan probado empíricamente que SP-off-RP efectivamente corrige el sesgo hipotético.

Un estudio que se dedicó particularmente a probar el desempeño de SP-off-RP fue (Chiu, 2018). En este se analizó la elección modal en viajes urbanos, las cuales fueron recabadas desde experimentos de preferencias reveladas, declaradas convencionales y SP-off-RP.

Para las preferencias reveladas se consultó respecto al último viaje al trabajo o estudio (dependiendo de la ocupación del encuestado). Particularmente, se buscaba reconstruir el contexto de elección en cuanto al conjunto de consideración y los atributos de las alternativas aquí incluidas (costo, tiempo de espera, tiempo de viaje).

En las preferencias declaradas convencionales se realizaron cuatro experimentos de elección entre auto, bus y una alternativa de “ninguna, no hubiera hecho el viaje”. Los valores de los atributos en este caso eran predefinidos exógenamente sin dependencia de los valores reportados en las preferencias reveladas.

Por último, se aplicaron cuatro experimentos SP-off-RP. Estos presentaban el conjunto de consideración reportado en preferencias reveladas. La variación de los atributos se realizó de manera similar a lo hecho en (van Cranenburgh, Chorus & van Wee, 2014), ya que también se decidía aleatoriamente que atributos serían modificados en cada experimento. En este caso, todos los atributos correspondían a variables continuas, por lo que se aplicaron variaciones porcentuales en torno a los valores reportados en preferencias reveladas.

Como resultado se obtuvo que el valor subjetivo del tiempo obtenido desde preferencias declaradas convencionales subestimaba el resultante desde preferencias reveladas. Mientras que la estimación SP-off-RP resultó ser estadísticamente indistinguible de PR. Además, el modelo SP-off-RP tuvo un mejor desempeño prediciendo elecciones PR fuera de muestra, con respecto a lo exhibido por las preferencias declaradas convencionales.

3. Diseño de Experimentos

Para la obtención de los resultados de la memoria se requiere de un instrumento de recolección de datos. Este tomará la forma de una encuesta digital compuesta por experimentos de preferencias reveladas (PR), preferencias declaradas (PD), preferencias declaradas sobre preferencias reveladas (SP-off-RP) y cheap talk.

La elaboración del instrumento se desarrolla mediante dos tareas secuenciales. La primera es determinar los diseños de los distintos experimentos, mientras que la segunda es implementarlos en la encuesta a aplicar.

En el presente capítulo se describe lo respectivo al diseño, mientras que lo relativo a la implementación es explicado en el capítulo 4.

3.1. Descripción General

La encuesta tiene por objetivo recabar las preferencias de las personas respecto al medio de transporte elegido en el contexto de viajes interurbanos. Dichas preferencias se recolectan a través de distintos experimentos: PR, PD y SP-off-RP.

El experimento PR consiste en un cuestionario diseñado para que el encuestado caracterice su *último* viaje interurbano y así reconstruir el contexto de elección real que enfrentó. Principalmente, se busca conocer el medio de transporte utilizado, las alternativas consideradas y características del viaje. Estos datos representan las preferencias reales y se utilizan para estimar un modelo de elección modal que se asume libre de sesgo hipotético (Modelo PR).

Por otra parte, los experimentos PD y SP-off-RP corresponden a experimentos de elección modal, en los cuales se generan escenarios de elección hipotéticos. En cada uno de estos, al encuestado se le presentan dos o más alternativas de medios de transporte, mediante los cuales podría realizar un viaje interurbano *idéntico* al reportado en el experimento PR. Cada medio de transporte se caracteriza a través de su costo monetario y su tiempo de viaje. La tarea del encuestado consiste en asumir un contexto idéntico al de su *último* viaje interurbano, evaluar las distintas alternativas y elegir aquella que utilizaría para viajar.

Los experimentos PD y SP-off-RP comparten el hecho de ser ejercicios que recaban preferencias en contextos hipotéticos. Su diferencia radica en la metodología empleada para construir los escenarios en cada caso. Las alternativas presentadas en los experimentos PD se describen a través de costos y tiempos, cuyos valores no dependen de los reportados en el experimento PR. Por su parte, en los experimentos SP-

off-RP ocurre lo contrario, ya que en este caso, los costos y tiempos se generan pivotando en torno a los reportados en el experimento PR. La intención es estudiar si aquella diferencia de diseño tiene efectos en el sesgo hipotético.

Los datos recolectados mediante los experimentos PD se utilizan para estimar un segundo modelo de elección modal (Modelo PD), el cual es comparado con el modelo PR. Específicamente, se comparan los valores subjetivos del tiempo derivados de ambos modelos (PD y PR). De acuerdo con lo reportado en la literatura, se espera que VST_{PD} resulte ser aproximadamente la mitad de VST_{PR} .

Análogo a lo que se hace con los datos PD, los datos recolectados mediante experimentos SP-off-RP se utilizan para estimar un tercer modelo de elección modal (Modelo SP-off-RP) desde el cual estimar VST_{SPRP} . En este caso, se espera que la diferencia $VST_{PR} - VST_{SPRP}$ resulte ser menor a $VST_{PR} - VST_{PD}$, lo cual daría luces de que SP-off-RP corrige, o al menos tiene un efecto, en el sentido correcto.

Además de analizar el desempeño de SP-off-RP, también se busca evaluar un segundo método de corrección, el cual corresponde a cheap talk. Este consiste en concientizar al encuestado sobre el sesgo hipotético y sus implicancias en esta clase de estudios. El método se aplica previo a los experimentos de elección modal, con el fin de que el encuestado responda con mayor atención y dedicación. Principalmente se busca que sus respuestas a los escenarios hipotéticos se condigan con su comportamiento en contextos reales.

Hasta el momento todos los experimentos han sido descritos sobre la base de un viaje interurbano genérico. Sin embargo, las aplicaciones concretas hacen uso de un conjunto determinado de pares origen destino (OD), lo cual incide en la definición del público objetivo de la encuesta. El detalle de los pares OD considerados y del público objetivo son descritos en los acápites 3.1.1 y 3.1.2, respectivamente.

Por último, antes de establecer el diseño de cada experimento, es necesario tener un entendimiento general de la elección modal para viajes interurbanos en los pares OD considerados. El acápite 3.1.3 está dedicado a la identificación de los aspectos más relevantes que describen el fenómeno, lo cual luego es utilizado para guiar la modelación y el diseño de cada experimento.

3.1.1. Pares OD Considerados

Se decide llevar a cabo el estudio considerando pares OD interurbanos que conecten el *Gran Santiago* con capitales regionales de Chile. Con el Gran Santiago nos referimos a la conurbación de áreas urbanas que se da en torno a Santiago (comuna capital de Chile), la cual se compone de múltiples comunas de la región metropolitana

(RM). Para efectos de este trabajo, el Gran Santiago se considera como la unión de las 35 comunas mostradas en la tabla A.1 del anexo A.

Por otra parte, las capitales regionales consideradas (no pertenecientes a la RM) son las indicadas en la columna *capital* de la tabla A.2 del anexo A. En algunas de estas también existen conurbaciones. Por esta razón, se decide que, además de considerar las comunas capitales regionales, también se contemplan aquellas comunas conurbadas. De esta manera, las comunas no pertenecientes a la RM consideradas para el estudio son las indicadas en la columna *comunas conurbadas* de la tabla A.2 del anexo A.

Los pares OD considerados para el estudio serán todos aquellos conformados entre una comuna perteneciente a la tabla A.1 y otra perteneciente a la tabla A.2. Sin embargo, dado el contexto de viaje interurbano sobre el que se trabaja, no es necesario tratar los pares OD desagregados a nivel de comuna, sino que resulta más práctico agregar a nivel de conurbación. Realizando esto último, finalmente resultan 10 pares OD, los cuales se muestran en la tabla 3.1.

Dada la agregación realizada, cada par OD de la tabla 3.1 podría tener distintas interpretaciones. A modo de ejemplo, el par Santiago – Concepción podría representar un viaje entre Providencia y Talcahuano, así como también otro entre Estación Central y Chiguayante. Además, cada par se agrega a nivel de sentido, por ejemplo, el par Santiago – Concepción también podría representar un viaje desde Concepción a Santiago.

En la tabla 3.1, se muestran los modos existentes, los cuales corresponden a los medios de transporte mediante los cuales se podría concretar un viaje interurbano en cada par OD. De esta manera, se identifica un conjunto universo compuesto por cuatro opciones: auto, bus, avión y tren. Se aprecia que el Auto y el Bus están disponibles en todos los pares OD. Además, a excepción de Valparaíso, todos los pares OD cuentan con tres modos existentes, ocurriendo que el avión existe donde el tren no y viceversa.

Tabla 3.1: Pares OD y conjunto universo de alternativas en cada uno

Par OD	Modos Existentes			
	Auto	Bus	Avión	Tren
Santiago – Copiapó	Sí	Sí	Sí	No
Santiago – La Serena	Sí	Sí	Sí	No
Santiago – Valparaíso	Sí	Sí	No	No
Santiago – Rancagua	Sí	Sí	No	Sí
Santiago – Talca	Sí	Sí	No	Sí
Santiago – Chillán	Sí	Sí	No	Sí
Santiago – Concepción	Sí	Sí	Sí	No
Santiago – Temuco	Sí	Sí	Sí	No
Santiago – Valdivia	Sí	Sí	Sí	No
Santiago – Puerto Montt	Sí	Sí	Sí	No

3.1.2. Público Objetivo

El público objetivo de la encuesta corresponde a las personas que tengan experiencia viajando en alguno de los pares OD considerados para el estudio, los cuales fueron definidos en el acápite 3.1.1.

Con el fin de aumentar la probabilidad que un individuo muestreado cumpla con el perfil buscado y con ello llevar a cabo una recolección de datos más eficiente, se decide acotar el público objetivo a residentes de las comunas indicadas en la tabla A.1 o A.2 (ambas del anexo A). Con esto el origen del viaje se fija en la comuna de residencia.

Luego, si el encuestado reside en una comuna de la tabla A.1, se indaga si posee experiencia viajando desde su comuna de residencia hasta alguna comuna de la tabla A.2 o viceversa. Todos quienes declaren tener experiencia cumplen con el perfil buscado y se les aplica la encuesta en base a la última vez que viajaron en el par OD identificado.

3.1.3. Contexto General de la elección modal en viajes interurbanos

Antes de determinar el diseño de cada uno de los experimentos, se debe tener un entendimiento general del fenómeno que se busca modelar, el cual corresponde a la elección modal para viajes interurbanos. Esto se hace con el fin de identificar variables explicativas.

La elección modal, ya sea para contexto urbano o interurbano, ha sido ampliamente estudiada en base a la influencia que juegan el tiempo y el costo que representa efectuar el viaje en cada una de las alternativas disponibles. Para el presente trabajo, resulta indispensable considerar estas variables por dos razones: se ha verificado

que influyen en el fenómeno y son necesarias para conseguir estimaciones del valor subjetivo del tiempo (VST).

Tal como se identificó en el acápite 3.1.1, los modos existentes en los pares OD considerados son auto, bus, avión y tren. Cada una de estas alternativas posee sus particularidades. La primera que salta a la vista es una que caracteriza al auto y corresponde a su condición de servicio puerta a puerta, lo cual permite efectuar el viaje sin transbordos intermedios y así completar el trayecto en una sola etapa a bordo del vehículo. A su vez, el resto de las alternativas carecen de esta condición y se caracterizan por requerir etapas complementarias, tales como acceso, espera y egreso. Estas últimas implican tiempos y costos adicionales a los requeridos para la etapa en el vehículo.

Analizando los tiempos en el vehículo que ofrece cada modo, se tiene que, para un par OD dado, el avión ofrece el menor tiempo en el vehículo, lo cual se debe a las ventajas de velocidad que brinda su desplazamiento aéreo. Luego, entre los modos terrestres, se puede considerar que el auto resulta el más rápido, ya que no se ve expuesto a detenciones intermedias, como sí ocurre con el bus y tren. Además, el auto posee una restricción de velocidad de 120 km/h en carretera, mientras que el bus está restringido a 100 km/h. Si bien el tren, puede alcanzar mayor velocidad, los tiempos en el vehículo que ofrece resultan ser similares a los ofrecidos por el bus. Por lo tanto, en términos de tiempo en el vehículo, el bus y el tren se consideran similares.

En cuanto a costos monetarios, en bus, avión y tren se paga una tarifa por persona, la cual generalmente resulta más barata para el bus, seguida por aquella del tren, dejando a la del avión como la más cara. En estos casos, el costo total del viaje es el producto entre la tarifa por persona y el tamaño del grupo (cantidad de personas que integran un cierto grupo de viaje).

Por su parte, el costo del auto está determinado principalmente por peajes y combustible, de tal forma que no depende del tamaño de grupo. En términos de costos, esto constituye una ventaja para el auto cuando el tamaño de grupo crece, ya que el costo por persona se ve reducido. Gracias a esto, el auto podría llegar a ser la alternativa más barata. Sin embargo, cuando se viaja solo, podría ser incluso más caro que el avión.

En este punto, ya se han identificado tres variables explicativas relevantes: tiempo, costo y tamaño de grupo. Las dos primeras constituyen atributos de las alternativas, mientras que la tercera es una característica del tomador de decisión.

Hay múltiples otros factores que podrían influenciar la elección modal en un viaje interurbano, tales como el nivel socioeconómico, propósito de viaje, equipaje, largo de la estadía en el destino, quien financia el viaje, el hecho de viajar con niños pequeños, la hora de salida, la cantidad de transbordos, la comodidad, entre otros. Sin embargo, para

efectos prácticos es necesario acotar las variables a incluir y remitirse a lo necesario para cumplir con los objetivos del estudio.

En lo que sigue del presente capítulo, se presentan las metodologías empleadas para establecer los diseños de los experimentos a aplicar.

3.2. Experimento PR

El experimento PR tiene por objetivo reconstruir el contexto real de elección al que se enfrentó el encuestado en su último viaje interurbano. Principalmente se aplica con el fin de identificar el medio de transporte utilizado, caracterizar las alternativas consideradas en su proceso de elección, así como también conocer otras características del viaje. De esta forma, este experimento se reduce a recabar aquella información de interés, para lo cual se diseña un cuestionario.

En miras de que los datos recolectados se utilizan para la estimación de un modelo de elección discreta, es útil recordar que la información requerida para estos fines se clasifica en *características* del tomador de decisión y *atributos* de las alternativas (además del dato de la elección hecha).

En el marco del fenómeno bajo estudio, dado un cierto viaje interurbano, el tomador de decisión será abstraído al grupo de personas, que se coordinaron entre sí, para realizar el viaje de manera conjunta (e.g. grupo familiar, de amigos, compañeros de trabajo, etc). En adelante, se les denomina simplemente *grupo de viaje*. Vale aclarar que alguien que viaja en solitario es equivalente a un grupo de viaje de tamaño uno.

Para cada grupo de viaje muestreado, las características a recolectar son las indicadas en la tabla 3.2. El diseño se acota a estas variables con el fin de encontrar un balance entre información relevante y simplicidad del modelo.

Por otra parte, los atributos a recabar para cada alternativa son los indicados en la tabla 3.3. Específicamente, interesa recolectar los valores observados de dichos atributos para el contexto real del último viaje interurbano de cada encuestado. Tal como se mencionó en el acápite 3.1.3, resulta imperativo incluir tiempo y costo para conseguir estimaciones del VST. No se incluyen atributos adicionales, solo con el fin de simplificar el diseño y remitirse a los objetivos del estudio.

Dado un encuestado, los valores de los atributos solo se recolectan para los modos que realmente hubiera considerado utilizar en su último viaje interurbano (conjunto de consideración). No es necesario consultar lo referente a alternativas no consideradas, ya que la probabilidad de elección de estas es nula. Por lo tanto, no resulta adecuado incluir

las alternativas no consideradas en el modelo, ya que se les generaría una probabilidad entre cero y uno (no nula).

Por lo mencionado en el párrafo anterior, se hace necesaria la elaboración de un mecanismo que identifique el conjunto de consideración para cada encuestado. Se propone hacer esto en dos pasos. Primero se pregunta por la alternativa elegida, la cual ingresa directamente al conjunto de consideración. Luego, se pregunta cuales alternativas hubiera considerado utilizar en el caso que la elegida no hubiera estado disponible. Las alternativas seleccionadas en el segundo paso se unen a la elegida y de esta forma se completa el conjunto de consideración.

Vale notar que mediante el mecanismo propuesto para determinar el conjunto de consideración, se logra simultáneamente conocer el dato de la elección hecha en el contexto real de elección. De esta manera, se completa la recolección de la información de interés.

Tabla 3.2: Características de cada Grupo de Viaje

<i>Característica</i>	<i>Descripción</i>
Propósito	Motivo por el cual el viaje es realizado. Variable cualitativa que toma cinco valores posibles: trabajo, estudio, salud, ocio, otro.
Tamaño de Grupo	Cantidad de integrantes del grupo de viaje. Se mide con un número natural distinto a cero (1, 2, 3, ...)
Equipaje	Variable dummy. Vale 1 si el grupo viajó con maletas, bolsos o bultos grandes, 0 en otro caso
Niños Menores	Variable dummy. Vale 1 si dentro del grupo viaje habían niños menores de 7 años, 0 en otro caso.
Viaje Planificado	Variable dummy. Vale 1 si el viaje fue planificado con anticipación, 0 en otro caso.
Financiador	Variable dummy. Vale 1 si el viaje fue financiado por el grupo, 0 en otro caso.
Estadía en el Destino	Cantidad de noches en el destino. Se mide con un número natural (0, 1, 2, ...)
Nivel de Ingreso	Ingreso familiar mensual per cápita líquido Se mide en miles de pesos chilenos

Tabla 3.3: Atributos de cada Modo

<i>Atributo</i>	<i>Descripción</i>
Tiempo en el vehículo	Intervalo de tiempo entre que el grupo de viaje aborda el vehículo y desciende de este. Se mide en minutos.
Costo Grupal	Monto monetario que implica trasladar al grupo de viaje. En el caso del auto corresponde a peajes y bencina, mientras que para Bus, Avión y Tren corresponde a pasajes. Se mide en miles de pesos chilenos.
Tipo de Asiento	Variable dummy, usada solamente para el Bus. Vale 1 si el asiento es salón cama, 0 en otro caso.

3.3. Experimentos PD

Para explicar con mayor claridad el diseño de los experimentos PD, es útil hacer algunas definiciones previas. Por esta razón, en el acápite 3.3.1 se entrega una breve descripción de las consideraciones básicas a tomar en cuenta para el diseño de experimentos PD. Luego, en el acápite 3.3.2 se detalla el diseño PD escogido.

3.3.1. Consideraciones Básicas para Experimentos PD

Los experimentos PD buscan recrear escenarios en los cuales un tomador de decisión debe seleccionar una y solo una opción desde un conjunto (discreto y finito) de alternativas factibles.

En la práctica, el analista define un contexto de elección en el cual existe una necesidad y define dos o más alternativas mediante las cuales esta podría ser satisfecha. Luego, para la aplicación del experimento PD, se presenta el escenario generado a un encuestado, quien debe suponer el contexto de elección, evaluar las alternativas mostradas y declarar su preferencia por una de ellas. Los escenarios también son denominados *perfiles* y será el término que se utilizará en adelante.

En cada perfil las alternativas son caracterizadas mediante *atributos*. Estos corresponden a variables cuantitativas o cualitativas que describen aspectos característicos de cada alternativa. Por ejemplo, en el contexto de elección modal para un viaje al trabajo, las alternativas podrían ser auto particular y transporte público, las cuales podrían ser descritas mediante los atributos *costo* y *tiempo de viaje*.

Una vez se determina el contexto de elección, las alternativas y los atributos, solo falta que estos últimos tomen valores específicos y así generar un perfil de elección.

Siguiendo con el ejemplo anterior, ante la necesidad de llegar al trabajo, un perfil posible podría ser la disyuntiva entre ir en auto particular, que cuesta 2.000 CLP y demora 15 minutos, o transporte público, cuyo costo es de 800 CLP e implica 40 minutos de viaje.

Múltiples perfiles pueden ser generados sistemáticamente si los atributos son variados a través de distintos niveles, los cuales simplemente corresponden a valores específicos que pueden tomar los atributos. Continuando con el ejemplo, supongamos que se definen dos niveles para cada atributo involucrado, cuyos valores son los expuestos en la tabla 3.4. Al realizar todas las combinaciones posibles, el diseño experimental queda compuesto por un total de 16 perfiles distintos, los cuales se muestran en la tabla 3.5. Vale notar que, el perfil 4 de la tabla 3.5 corresponde al indicado en el párrafo anterior.

Tabla 3.4: Niveles de los atributos para el ejemplo

Nivel	Auto Particular		Transporte Público	
	Costo (CLP)	Tiempo (min)	Costo (CLP)	Tiempo (min)
1	2.000	15	400	30
2	4.000	25	800	40

Tabla 3.5: Niveles de los atributos para el ejemplo

Perfil	Auto Particular		Transporte Público	
	Costo (CLP)	Tiempo (min)	Costo (CLP)	Tiempo (min)
1	2.000	15	400	30
2	2.000	15	400	40
3	2.000	15	800	30
4	2.000	15	800	40
5	2.000	25	400	30
6	2.000	25	400	40
7	2.000	25	800	30
8	2.000	25	800	40
9	4.000	15	400	30
10	4.000	15	400	40
11	4.000	15	800	30
12	4.000	15	800	40
13	4.000	25	400	30
14	4.000	25	400	40
15	4.000	25	800	30
16	4.000	25	800	40

Como queda de manifiesto con la tabla 3.5, los diseños experimentales pueden ser reducidos a una matriz. Cada fila corresponde a un perfil, mientras que cada columna representa un atributo. Si se verifica que la correlación entre cada par de columnas es nula, entonces el diseño es *ortogonal*. Esto último es equivalente a que el producto punto entre cada par de columnas es cero. Por otra parte, si para cada columna ocurre que cada nivel está presente la misma cantidad de veces, se dice que el diseño es *balanceado*.

Tanto la ortogonalidad como el balance son propiedades deseables en un diseño experimental. Lo primero permite una estimación independiente de los efectos principales de cada atributo, ya que su estructura de correlación evita la multicolinealidad. Por su parte, lo segundo garantiza una cobertura equitativa de los distintos escenarios hipotéticos que podrían ser generados. Vale notar que, dado un diseño experimental ortogonal y balanceado de n alternativas, si se quitara una alternativa, el diseño resultante para las $n - 1$ restantes preserva las propiedades de ortogonalidad y balance.

El diseño experimental mostrado en la tabla 3.5, el cual se obtiene al considerar todas las combinaciones posibles entre atributos, se denomina diseño factorial completo. En el caso general de M alternativas, A atributos y L niveles por atributo, el diseño factorial completo queda determinado por un total de L^{MA} perfiles. Este se caracteriza por cumplir con las propiedades de ortogonalidad y balance.

Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrece el diseño factorial completo, su tamaño crece exponencialmente con la cantidad de alternativas, atributos y/o niveles. Esto constituye una desventaja, ya que se traduce en que cada encuestado deba responder una mayor cantidad de perfiles, lo cual puede producir fatiga y con ello mermar la calidad de los datos recolectados.

Una opción para subsanar el problema descrito en el párrafo anterior consiste en dividir el diseño en bloques, los cuales son simplemente subconjuntos del diseño completo. Si se desea, a cada bloque se le podría imponer balance. Luego, para la aplicación concreta (aleatoria o sistemáticamente) se asigna un bloque a cada encuestado, con el fin de barrer con todo el diseño a medida que la muestra crece.

Otra alternativa es la generación de un diseño factorial fraccional, lo cual consiste en solo considerar una fracción del diseño factorial completo (un cuarto, un octavo, etc.). Se han propuesto variados criterios para seleccionar aquella fracción de perfiles.

El diseño ortogonal ha sido el diseño factorial fraccional más ampliamente utilizado. Como su nombre lo advierte, este cumple con la propiedad de ortogonalidad, pero sin la necesidad de considerar todos los perfiles que componen el diseño factorial completo. Estos pueden ser generados manualmente o con la ayuda de software.

También podrían ser extraídos desde documentos tales como (Hahn & Shapiro, 1966). Se llevan usando por largo tiempo y se han convertido en la opción por defecto al momento de decidir una estrategia para el diseño experimental.

Más recientemente, se han propuesto otros tipos de diseños factoriales fraccionales, tales como el D-óptimo y D-eficiente. Para la generación de estos diseños, se define la eficiencia en términos de la varianza y covarianza de los parámetros estimados. El objetivo es seleccionar aquel diseño que provea los parámetros con menor varianza, o equivalentemente la mayor eficiencia. De esta manera, se obtendrán estimaciones con alta significancia estadística, lo cual resulta útil al momento de realizar inferencia. (Ortúzar and Willumsen, 2011)

3.3.2. Diseño PD

Los experimentos PD que son aplicados en el presente trabajo, están basados en un contexto hipotético de elección modal, el cual es único para cada encuestado y corresponde a la situación experimentada en su último viaje interurbano. En concreto, se le pide suponer el mismo grupo de viaje, equipaje, propósito y manera de financiar el viaje. Recordemos que dichas características fueron reportadas previamente en el experimento PR, por lo que son datos conocidos para la construcción de los experimentos PD.

Las alternativas corresponderán a los modos de transporte que conforman el conjunto de consideración del encuestado, lo cual también es conocido desde el experimento PR. En base a los pares OD considerados, los conjuntos de consideración posibles varían entre distintas combinaciones de dos o tres alternativas extraídas desde el conjunto universo (auto, bus, avión, tren). Vale notar que, en los pares OD considerados no cabe la posibilidad en obtener un conjunto de consideración al que pertenezcan simultáneamente el avión y tren.

Con el fin de conseguir estimaciones del VST, los atributos a considerar para cada alternativa serán *costo grupal* y *tiempo en el vehículo*, los cuales siguen las mismas definiciones presentadas en la tabla 3.3. Con el fin de mantener un experimento simple, se opta por no incluir más atributos.

Para cada atributo se consideran tres niveles: optimista, medio y pesimista. Los valores específicos de estos dependen del par OD y modo de transporte. Además, los niveles correspondientes a *costo grupal*; cuando se trate de bus, avión o tren; dependen también del tamaño de grupo. De esta manera, los experimentos PD de un cierto encuestado resultan ser una función de su par OD, conjunto de consideración y tamaño de grupo.

Por ahora, el diseño experimental escogido se explicará utilizando niveles abstractos. Para esto, los niveles optimista, medio y pesimista son codificados mediante 1, 0 y -1, respectivamente. Esto se conoce como codificación ortogonal, la cual permite verificar fácilmente la ortogonalidad (producto punto entre columnas es cero) y balance (la suma de una columna es cero) del diseño.

El diseño experimental a utilizar corresponde a un diseño ortogonal de efectos principales, contemplando tres alternativas. Esto se hace así, ya que cada conjunto de consideración a lo más podría estar compuesto por tres alternativas. Para conjuntos de consideración con dos alternativas, simplemente se quita una de las tres alternativas, con lo que el diseño resultante preserva la ortogonalidad y el balance.

Además, para la generación del diseño experimental, se escoge aquel que logre ofrecer bloques balanceados de cuatro perfiles cada uno. En la aplicación, a cada encuestado se le asigna aleatoriamente un bloque, de tal forma que conteste cuatro experimentos PD.

En definitiva, el diseño experimental se genera con la ayuda del software Ngene (ChoiceMetrics, 2012) y resulta en la matriz mostrada en la tabla 3.6. Este diseño genérico es adaptado al contexto particular de cada encuestado, manteniendo solo las alternativas pertenecientes a su conjunto de consideración y reemplazando los niveles genéricos (1, 0, -1) por los valores específicos para su par OD y tamaño de grupo.

Tabla 3.6: Diseño Experimental utilizado para experimentos PD

Perfil	Auto		Bus		Avión o Tren		Bloque
	Tiempo en el vehículo	Costo Grupal	Tiempo en el vehículo	Costo Grupal	Tiempo en el vehículo	Costo Grupal	
1	0	0	1	1	0	1	1
2	1	0	1	0	1	-1	
3	0	1	-1	-1	0	1	
4	-1	-1	-1	0	-1	-1	
5	0	0	1	-1	0	-1	2
6	0	1	-1	1	0	-1	
7	1	-1	-1	0	1	1	
8	-1	0	1	0	-1	1	
9	1	-1	0	-1	-1	0	3
10	-1	-1	0	1	1	0	
11	1	1	0	1	-1	0	
12	-1	1	0	-1	1	0	

La metodología empleada para determinar los valores específicos de los niveles en cada par OD, consiste en investigar el rango dentro del que estos varían en la realidad. Dado un par OD y un modo de transporte, el rango de variación de un cierto atributo se materializa en un intervalo numérico. El límite inferior de este se define como el nivel optimista, mientras que el superior al pesimista, debido a que en el contexto de un viaje, los tiempos y costos menores son beneficiosos. Por último, el nivel medio se determina como el promedio de los niveles optimista y pesimista, lo cual produce que los tres niveles estén equiespaciados. Esto último permite preservar la ortogonalidad al momento de reemplazar los niveles genéricos por los específicos.

Los distintos rangos de variación fueron determinados utilizando múltiples páginas web. Los niveles definitivos se muestran en el Anexo B.

Para el caso del *auto* se utilizó google maps (Google, n.d.) y un planificador de viaje en línea (Copec, 2023). Para el *tiempo en el vehículo*, mediante google maps se estimó la distancia en ruta que implica el viaje en cada uno de los pares OD. Para el cálculo del límite inferior (nivel optimista), se consideró una velocidad media de 115 km/h, detenciones de 3 minutos en plazas de peajes y de 20 minutos para descansar cada 6 horas de viaje. Por otra parte, para el cálculo del límite superior (nivel pesimista), se consideró una velocidad media de 85 km/h, detenciones de 7 minutos en las plazas de peajes y de 40 minutos para descansar cada 6 horas de viaje. La cantidad de plazas de peaje se obtuvo mediante el planificador de viaje.

Con respecto al *costo grupal*, para el *auto* este depende exclusivamente del gasto en peajes y combustible. Con la ayuda del planificador copec se obtuvo el gasto en peajes para cada par OD. Luego, haciendo uso de la distancia en ruta mencionada en el párrafo anterior, el costo en combustible se calculó como distancia (km) sobre rendimiento vehicular (km/l) por precio del litro de combustible (CLP/l). El caso optimista contempló un alto rendimiento y bajo precio, mientras que el pesimista considera los supuestos contrarios.

Se buscaron los vehículos más vendidos en Chile durante el 2022, lo cual se encontró en una página web de un diario (Emol, 2023), para los cuales se investigó su rendimiento de combustible mediante un comparador de vehículos disponible en (Ministerio de energía, 2023). Por otra parte, para el precio del litro de bencina se utilizó el sistema de información en línea de precios de combustibles en estaciones de servicio (Comisión Nacional de Energía, n.d.).

Ahora, respecto al *tiempo en el vehículo* para *bus*, *avión* y *tren*, se indagó directamente en las páginas web de los distintos operadores que ofrecen servicios de viajes interurbanos en los pares OD considerados. En cada caso, se obtiene una muestra de valores y en base a esto se determina el rango de variación.

Para el *costo grupal* del *bus*, *avión* y *tren*, nos reducimos a investigar el rango de variación de la tarifa por persona, la cual es multiplicada por el tamaño de grupo para generar los niveles específicos para cada encuestado. La metodología para la determinación del rango de variación de la tarifa por persona es análoga a la descrita en el párrafo anterior para el tiempo en el vehículo para *bus*, *avión* y *tren*.

Para la determinación definitiva de los niveles se realizan ajustes menores, tales como aproximar los tiempos a múltiplos de 5 minutos y los costos a múltiplos de 500 CLP. Por último, se guarda cuidado en fijar los niveles de tal manera que, en cada par OD, se cumpla en términos generales lo siguiente:

- El *tiempo en el vehículo* sea menor para el *avión*, seguido del *auto* y por último *bus* y *tren*.
- La *tarifa por persona* más barata sea la del *bus*, seguida por la del *tren* y por último la del *avión* como la más cara.

3.4. Experimentos SP-off-RP

Los experimentos SP-off-RP, al igual que los experimentos PD, corresponden a experimentos de elección discreta. Por esta razón, gran parte de las consideraciones básicas esgrimidas en el acápite 3.3.1, tales como la necesidad de un contexto de elección y definición de alternativas y atributos, siguen siendo válidas para el diseño SP-off-RP. La diferencia principal subyace en los diseños experimentales empleados para cada uno.

Para efectos del presente trabajo, los experimentos SP-off-RP serán prácticamente idénticos a los PD. Específicamente, se mantiene el mismo contexto hipotético de elección, alternativas y atributos, lo cual permite homogeneizar el formato de presentación de los perfiles de ambos experimentos. Lo anterior sumado al hecho que los perfiles PD y SP-off-RP son aplicados consecutivamente (en orden aleatorio) en una misma sección, hace imperceptible notar que alternadamente se contestan perfiles de distinta naturaleza. De esta manera, las discrepancias entre los resultados de ambos experimentos pueden atribuirse principalmente a las diferencias en los diseños experimentales.

En el caso de los experimentos PD, los perfiles aplicados son extraídos desde el diseño experimental definido en la tabla 3.6. Estos se definen por niveles determinados de manera exógena (anexo B), habiendo nula dependencia de los atributos reportados en el experimento PR.

Ahora, para explicar el diseño experimental SP-off-RP, comencemos de la base de un perfil PR. Este consiste en un escenario de elección, en donde los valores de los atributos son aquellos reportados en el experimento PR. Luego, los perfiles SP-off-RP se

generan pivoteando en torno al mencionado perfil PR, guardando cuidado de empeorar la alternativa elegida en el contexto real y de mejorar las no elegidas. De esta manera se busca generar escenarios cercanos a la frontera de elección del encuestado, es decir, construir escenarios donde las alternativas provean utilidades similares, lo cual causa que la elección evidencie sus preferencias en el límite.

El empeoramiento o mejoramiento de una alternativa se materializa variando los valores de los atributos del perfil PR. En el marco del presente trabajo, un modo de transporte se empeora si su tiempo y/o costo son aumentados, mientras que se mejora si se hace lo contrario. De esta manera, existen distintas opciones para determinar el diseño experimental SP-off-RP, las cuales se acotan principalmente a decidir cuales atributos variar y en que magnitud.

En Train & Wilson (2008) se realizó una aplicación de experimentos SP-off-RP. El diseño utilizado en aquel trabajo consistió en generar perfiles de elección en los cuales era empeorado solo un atributo de la alternativa elegida. El valor final del atributo variado correspondía a la suma entre el valor original y un porcentaje de este. El porcentaje de variación era elegido aleatoriamente desde seis opciones posible: 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60%. Nótese que esto resulta equivalente a multiplicar el valor original por un ponderador, el cual se obtiene como una observación de una variable aleatoria discreta.

Otra aplicación de experimentos SP-off-RP fue realizada en (van Cranenburgh, Chorus and van Wee, 2014). En este trabajo, el diseño utilizado permitía variar uno o más atributos y se podía efectuar en más de una alternativa (no solo en la elegida). Concretamente, en cada perfil se elegían aleatoriamente los atributos que serían modificados. Luego, los valores finales de los atributos a variar eran determinados, al igual que lo descrito en el párrafo anterior, mediante un ponderador que multiplicaba al valor original. Sin embargo, en este caso, el ponderador se obtenía como una observación de una variable aleatoria uniforme (continua), cuyo rango era específico para cada atributo.

En definitiva, el diseño experimental SP-off-RP elegido para el presente trabajo se asemeja más a lo realizado en (van Cranenburgh, et al., 2014). Este permite la variación de ambos atributos (tiempo en el vehículo y costo grupal) tanto para el modo elegido como para aquellos no elegidos. Se establece que el costo grupal será variado siempre en todas las alternativas. Por otra parte, el tiempo en el vehículo de cada modo podría ser o no variado, lo cual se decide de manera aleatoria para cada encuestado.

Dado un cierto encuestado con un conjunto de consideración compuesto por tres alternativas, la generación de sus perfiles SP-off-RP se lleva a cabo eligiendo aleatoriamente una de los ocho opciones mostradas en la tabla 3.7. Por otra parte, si el encuestado considera solo dos alternativas, se escoge aleatoriamente una de las cuatro

opciones enumeradas en la tabla 3.8. Al interior de ambas tablas, el número 1 representa que el atributo es variado, mientras que el 0 significa lo contrario.

Habiendo determinado cuales atributos son variados, el procedimiento para establecer los valores finales en los perfiles SP-off-RP se efectúa a través de un ponderador que multiplica el dato reportado en el experimento PR.

La metodología específica es la siguiente: Sea x un cierto atributo, x_{PR} el dato reportado para x en el experimento PR y x_{SPRP}^i el valor de x en el i -ésimo perfil SP-off-RP. Además, sea k_x^i el ponderador de x en el i -ésimo perfil SP-off-RP, el cual se genera mediante una variable aleatoria uniforme definida en el intervalo (LI_x, LS_x) , donde LI_x y LS_x son valores reales mayores a uno y específicos para x . Si x pertenece a la alternativa elegida, se tiene que $x_{SPRP}^i = k_x^i \cdot x_{PR}$. En cambio, si x pertenece a una alternativa no elegida, se cumple $x_{SPRP}^i = \frac{1}{k_x^i} \cdot x_{PR}$. Por último, si x_{SPRP}^i representa tiempo se aproxima a múltiplos de 5 minutos, mientras que si se trata de un costo se aproxima a múltiplos de 500 CLP.

Solo con el fin de evitar que el procedimiento, descrito en el párrafo anterior, produzca que $x_{SPRP}^i = x_{PR}$, para todos los atributos se establece LI_x igual a 1.03. Por otra parte, los valores de LS_x se establecen buscando que los perfiles SP-off-RP se mantengan dentro de rangos realistas y no se generen tiempos o costos infactibles. En base al rango de variación real de los atributos, lo cual fue explorado en el acápite 3.3.2 para la determinación de los niveles PD, se establece lo siguiente:

- Para tiempo en el vehículo, LS_x es igual a 1.2 para todos los modos
- Para el costo grupal, el valor de LS_x es 1.6 cuando se trate de avión y de 1.5 para los modos restantes.

Tabla 3.7: Diseños SP-off-RP (tres alternativas)

Diseño	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Tiempo en el Vehículo	Costo Grupal	Tiempo en el Vehículo	Costo Grupal	Tiempo en el Vehículo	Costo Grupal
1	1	0	1	0	1	0
2	1	1	1	0	1	1
3	1	0	1	1	1	0
4	1	0	1	0	1	1
5	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	0	1	1
7	1	0	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1

Tabla 3.8: Diseños SP-off-RP (dos alternativas)

Diseño	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Tiempo en el Vehículo	Costo Grupal	Tiempo en el Vehículo	Costo Grupal
1	1	0	1	0
2	1	1	1	0
3	1	0	1	1
4	1	1	1	1

3.5. Cheap Talk

El Cheap Talk se diseña como una instancia para concientizar a los encuestados sobre el sesgo hipotético previo a la aplicación de los experimentos de elección. Se busca generar un efecto que induzca a declarar preferencias consistentes con las elecciones reales.

El diseño consiste en la determinación de un texto que posea tres elementos principales. Primero, se describe el fenómeno del sesgo hipotético. Segundo, se introducen posibles explicaciones de dicho sesgo. Tercero, se pide a los encuestados que respondan los escenarios hipotéticos tal como elegirían en la realidad. (Haghani et al., 2021b)

Una vez definido el texto, la aplicación concreta puede ser de manera verbal si las encuestas son presenciales. Sin embargo, para el presente trabajo se utiliza una encuesta digital remota, por lo que se opta por presentar el texto y dejar su lectura como tarea del encuestado. Una alternativa podría haber sido implementar un video o audio.

Dos trabajos donde se empleó cheap talk son (Carlsson, Frykblom and Johan Lagerkvist, 2005) y (Fifer, Rose and Greaves, 2014). Al revisar los textos, se pudo verificar la presencia de los tres elementos mencionados anteriormente.

En definitiva, para la determinación del texto, se tomó como base aquellos utilizados en los trabajos citados y se generó una versión para el presente trabajo. Esta será expuesta solo a la mitad de los encuestados y corresponde a los siguientes párrafos:

En estudios anteriores, se ha visto que las personas tienden a responder a experimentos de elección de manera diferente a cómo elegirían en la vida real.

Dado que se trata de un ejercicio ficticio, el cual no tiene impacto en la vida del encuestado, las personas ignoran sus restricciones de tiempo, costos u otras que enfrentarían en un contexto real.

Sin embargo, este tipo de encuestas son de gran utilidad para el análisis de proyectos reales de transporte.

Con el fin de que sus respuestas representen su comportamiento de elección real, le pedimos encarecidamente que responda como si realmente se enfrentara a estos escenarios, es decir, como si las alternativas y el contexto de viaje fueran reales.

4. Construcción de la Encuesta

En el presente capítulo se explica la implementación concreta de los diseños establecidos en el capítulo 3. El instrumento es construido en *Qualtrics*, la cual corresponde a una plataforma online especializada para estos fines (Qualtrics, 2020).

El desafío está en lograr una integración fluida de las partes, con el fin de conseguir un instrumento claro, sucinto y fácil de responder por los encuestados, quienes accederán de manera virtual y no contarán con asistencia frente a dudas que pudieran surgir. A continuación, se procede a describir las distintas secciones que componen la encuesta.

4.1. Estructura de la Encuesta

Para entender la construcción de la encuesta, esta puede ser dividida en dos partes principales. Una primera parte enfocada en el experimento PR y una segunda orientada a los experimentos de elección modal (PD y SP-off-RP).

La primera parte de la encuesta, además de albergar al experimento PR, es complementada con una introducción y mecanismos para filtrar el perfil buscado para el estudio. Este último fue definido en el acápite 3.1.2. Aquellas personas que pertenezcan al público objetivo podrán pasar los filtros y quedarán habilitadas para continuar al experimento PR.

Mediante el experimento PR se reconstruye el contexto de elección real que enfrentó el encuestado en su *último* viaje interurbano. Principalmente, se recaba el medio de transporte utilizado, las alternativas consideradas y características del viaje. El diseño a implementar para este experimento fue definido en el acápite 3.2.

Solo estarán habilitados para avanzar a los experimentos de elección modal, aquellos encuestados cuyo conjunto de consideración (reportado en el experimento PR) esté compuesto por al menos dos modos de transporte. Esto se debe a que las alternativas presentadas en los experimentos PD y SP-off-RP son justamente las pertenecientes al conjunto de consideración. Si solo se considera una, se hace imposible llevar a cabo un experimento de elección, ya que no se podría evidenciar preferencia alguna.

La segunda parte de la encuesta comienza con una introducción, en donde se dan las instrucciones para la correcta realización de los experimentos de elección modal. Principalmente, se establece el contexto hipotético de elección y se describe la tarea que deben efectuar.

Para la mitad de los encuestados, el siguiente paso es leer el texto establecido en el acápite 3.4, lo cual corresponde a la aplicación del método de corrección cheap talk. Luego de esto, continúan a los experimentos de elección modal. La otra mitad no afecta a cheap talk, avanza directamente desde las instrucciones a los experimentos de elección modal.

En total serán ocho los experimentos de elección modal que debe contestar cada encuestado, de los cuales cuatro son perfiles PD y otros cuatro son perfiles SP-off-RP. El total de ocho perfiles se presentan en orden aleatorio. De esta manera se busca reducir posibles efectos producidos por la secuencia en que son presentados, tales como aquellos generados por fatiga y/o aprendizaje. La aleatorización también ayuda a dar mayor énfasis al estudio del efecto particular que se quiere estudiar, el cual corresponde a la variación en los resultados producto de la diferencia de diseño entre el experimento PD y SP-off-RP.

Dado un encuestado, los cuatro perfiles PD se extraen mediante la selección aleatoria de uno de los tres bloques que conforman el diseño experimental PD (tabla 3.6 del capítulo 3). Por su parte, los cuatro perfiles SP-off-RP se construyen de acuerdo con la metodología establecida en el acápite 3.4.

Luego de responder los ocho experimentos de elección modal, el encuestado avanza a la sección final, donde se le pregunta su nivel de ingreso, con lo que termina la encuesta para él.

Como comentario general de la implementación, a lo largo de todas las secciones, se busca priorizar el uso de preguntas de selección múltiple con opciones predefinidas. Esto se hace con el fin de reducir la cantidad de entradas de texto, debido a que son propensas a errores en el ingreso de la información. Además, se incluyen funcionalidades para forzar la respuesta de todas las preguntas, sin dar la posibilidad de avanzar a la siguiente página si esto no ocurre.

A continuación, se procede a explicar con mayor detalle cada una de las secciones que componen la encuesta.

4.1.1. Introducción y Filtro por Par OD

La encuesta comienza con una introducción, en donde se menciona que el estudio es llevado a cabo por el *Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile* y que el objetivo de esta es estudiar las preferencias respecto al medio de transporte utilizado para viajes interurbanos.

Se continúa con preguntas de caracterización general del encuestado, en las cuales se consulta la edad, sexo, ocupación, nivel educacional, autos disponibles en su hogar y posesión de licencia de conducir clase B. Todas estas, a excepción de la edad, se implementan mediante preguntas de selección múltiple, en las cuales se entregan opciones predefinidas. Para la edad se provee una entrada de texto, a la cual se le aplica un validador que solo admite números entre 14 y 99.

Luego de la caracterización del encuestado, se procede a implementar el mecanismo para filtrar el perfil buscado para la investigación (definido en el acápite 3.2). Primero se pregunta por la comuna de residencia del encuestado, para lo cual este puede seleccionar cualquier comuna de Chile.

La encuesta termina si el encuestado no reside en una comuna considerada para el estudio (tablas A.1 y A.2 del anexo A). En caso contrario, se distingue si se trata de un residente de la región metropolitana (*RM*) o no.

A los residentes de la *RM* se les consulta si alguna vez han viajado desde su comuna de residencia hasta alguna comuna fuera de la *RM*. Por su parte, para personas que no residen en la *RM*, se consulta si alguna vez han viajado desde su comuna de residencia hasta alguna comuna dentro de la *RM*. La encuesta termina para quienes respondieron negativamente. A quienes dieron respuestas afirmativas, se les consulta cuál fue la comuna de destino aquella última vez que viajaron fuera o dentro de la *RM* (según corresponda). Los residentes de la *RM* pueden seleccionar cualquier comuna no perteneciente a la *RM*, mientras que los que no residen en la *RM* solo pueden seleccionar comunas de la *RM*.

La encuesta termina si el par OD conformado por las comunas de residencia y destino no corresponde a uno de los pares OD considerados (tabla 3.1 del capítulo 3). En caso contrario, el encuestado puede continuar a la siguiente sección de la encuesta.

Como resultado de esta sección, para cada encuestado se obtiene una caracterización personal y se identifica el par OD sobre el cual estarán basadas las secciones siguientes.

Los enunciados específicos utilizados para la introducción y filtro por par OD se muestran en las figuras C.1 y C.2 del Anexo C.

4.1.2. Sección PR

Habiendo ya identificado el último viaje interurbano, esta sección está dedicada al experimento PR, mediante el cual se reconstruye el contexto real de elección que

enfrentó el encuestado en aquella ocasión. Para esto se aplica un cuestionario, el que se construye implementando el diseño definido en el acápite 3.2.

Se comienza preguntando por el propósito del viaje, dando cinco opciones posibles: trabajo, estudio, salud, ocio u otro. También se pregunta si el viaje fue planificado con anticipación, pudiendo ser sí o no la respuesta.

Se continúa con preguntas para caracterizar el grupo de viaje. Específicamente se busca determinar el tamaño del grupo, la presencia de niños menores, equipaje, la manera en que fue financiado el viaje y la duración de la estadía en el destino.

Para determinar el tamaño del grupo se pregunta si el viaje fue realizado en solitario o con acompañantes. Si fue en solitario, el tamaño de grupo automáticamente resulta igual a uno. Por otra parte, si viajó con acompañantes, se pide indicar la cantidad de personas que conformaron el grupo de viaje y si dentro de estas había niños menores.

Para el equipaje, se pregunta si el viaje fue realizado con maletas, bolsos o bultos grandes, pudiendo declarar sí o no. Luego, se pregunta si el viaje fue financiado totalmente por el encuestado, parcialmente por el encuestado o totalmente por terceros que no viajaron.

La caracterización del grupo de viaje termina mediante una pregunta destinada a que el encuestado indique la cantidad de noches que estuvo, junto a su grupo, en la ciudad de destino. Si fue un viaje por el día, se debe indicar una estadía de cero noches. Para esto puede ingresar, mediante una entrada de texto, un número entero mayor o igual cero.

Posteriormente se procede a identificar la elección hecha y el conjunto de consideración del encuestado. Para lo primero se presenta una pregunta de selección múltiple, cuyas opciones son los modos existentes para su OD. El encuestado selecciona el medio de transporte utilizado, el cual ingresa a su conjunto de consideración.

Para determinar el resto del conjunto de consideración, se pregunta por los modos que hubiera considerado utilizar si la alternativa elegida no hubiera estado disponible. Esto se implementa con una pregunta de selección múltiple, donde las opciones son los modos existentes para su par OD, con la salvedad que se quita el elegido y se agrega la opción "ninguno, no hubiera hecho el viaje". Quienes seleccionen esta última opción, no podrán avanzar a los experimentos de elección discreta, ya que su conjunto de consideración queda conformado solo por la alternativa elegida.

Por último, solo queda caracterizar las alternativas pertenecientes al conjunto de consideración. Para esto, el encuestado debe reportar el tiempo en el vehículo y costo

monetario que implica el viaje en cada una de sus modos considerados. Para la opción elegida se pregunta por el tiempo y costo efectivamente experimentado, mientras que para las otras se pregunta por tiempos y costos eventuales para el contexto en cuestión.

Para obtener el tiempo y costo de cada alternativa se utilizan preguntas de selección múltiple, donde se ofrece una variedad de tiempos y costos predefinidos específicamente para el par OD y modo de transporte que corresponda. Estos valores buscan cubrir poco más allá del rango de variación real de los atributos de interés, el cual fue investigado para la determinación de los niveles utilizados para el experimento PD (acápite 3.3.2). En caso que el encuestado no tenga claro el tiempo o costo pedido, se le da la opción “No sé”, lo cual imputa el nivel medio del atributo correspondiente definido para los experimentos PD.

Lo mencionado en párrafo anterior se decidió con el fin de evitar problemas con el formato de ingreso de la información. En pruebas piloto de la encuesta, que consideraban entradas de texto para reportar tiempos y costos, hubo confusiones y errores al ingresar los datos. Por ejemplo, se agregaban o quitaban ceros al reportar el costo en CLP y si se pedía en miles de pesos había confusión sobre qué valor ingresar; las personas debían realizar una conversión tediosa para reportar el tiempo en minutos o si se permitía reportar horas y minutos, se traducía en mayor cantidad de instrucciones.

En definitiva, la implementación descrita recaba todos los datos necesarios para la calibración del Modelo PR.

Los enunciados específicos utilizados para la sección PR se muestran desde la figura C.3 a la C.7 del Anexo C.

4.1.3. Experimentos de Elección Modal

Para una correcta realización de los experimentos de elección modal, se considera comenzar con una página de instrucciones, donde se especifica el contexto que debe ser asumido y la tarea a llevar a cabo frente a cada perfil.

Luego de la introducción y previo a los experimentos de elección modal, a la mitad de los encuestados les será aplicado el método de corrección cheap talk. La otra mitad, no afecta a cheap talk, avanza directo a los experimentos de elección modal.

Habiendo preparado a los encuestados, estos proceden a declarar sus preferencias en cada uno de los experimentos de elección modal. Estos se construyen de manera específica para cada encuestado, de acuerdo con su par OD, conjunto de consideración y tamaño de grupo.

A continuación, se explica con mayor detalle los distintos elementos que conforman esta parte de la encuesta.

4.1.3.1. Instrucciones

Las instrucciones comienzan por pedirle al encuestado que suponga que repetirá su último viaje interurbano (reportado en el experimento PR) y asumir un contexto idéntico al de aquella ocasión. Específicamente, debe tener en cuenta el mismo grupo de acompañantes (si los hubo), propósito, equipaje y manera de financiar el viaje.

Luego, se le explica que le serán presentados distintos escenarios hipotéticos, en los cuales tendrá disponible alternativas de auto, bus, avión o tren (según su conjunto de consideración), y que su tarea consiste en evaluar cada escenario para seleccionar aquella que utilizaría. Esto se acompaña con un perfil de ejemplo, en el cual podrá notar que cada alternativa se caracteriza por los atributos *tiempo en el vehículo* y *costo grupal*. Para un correcto entendimiento de los atributos se dan definiciones concisas de lo que efectivamente representan estos.

Por último, se da cuenta que hay modos que requieren de etapas de acceso, espera y egreso, las cuales implican tiempos y costos adicionales. Se pide asumir estos iguales a cómo serían en contextos reales, dada su realidad particular.

El enunciado utilizado para la página de instrucciones varía dependiendo del par OD y conjunto de consideración del encuestado. En la figura C.8 del anexo C se muestra un ejemplo para el caso de un viaje en el par Santiago – Concepción y conjunto de consideración compuesto por auto, bus y avión.

4.1.3.2. Cheap Talk

El texto utilizado es el establecido en el acápite 3.4, el cual dentro de la encuesta luce tal como muestra la figura C.9 del anexo C.

Para conseguir que el cheap talk solo fuera aplicado a la mitad de los encuestados, se hizo uso de las herramientas de programación disponibles en *Qualtrics*. Específicamente, se creó una variable aleatoria continua que puede tomar valores reales entre 0 y 1. Para cada encuestado se genera una observación de dicha variable aleatoria. Si el valor generado es menor a 0.5 el cheap talk es aplicado, en caso contrario no se muestra.

Con la implementación elegida, la proporción de personas afectadas a cheap talk no será estrictamente la mitad, sino que esta tenderá al 50% a medida que el tamaño de muestra aumente.

4.1.3.3. Perfiles PD y SP-off-RP

Son ocho los experimentos de elección modal preguntados al encuestado, de los cuales cuatro corresponden a perfiles PD y los cuatro restantes a perfiles SP-off-RP.

Los ocho experimentos son aleatorizados, por lo que existen múltiples secuencias mediante las que podrían ser presentados. En general, ocurrirá que los experimentos vayan intercalándose entre PD y SP-off-RP, lo cual se hace con el fin de reducir sesgo de fatiga y de aprendizaje.

En la figura 4.1 se aprecia un ejemplo de experimento de elección modal para el caso de un viaje Santiago – Concepción, en donde el conjunto de consideración está compuesto por auto, bus y avión.

Experimento de Elección

1 de 8

- Suponiendo un *contexto idéntico* al de su último viaje **Niñoa-Concepción**. Si sus **alternativas** fueran las siguientes:

	Auto	Bus Salón Cama	Avión
Tiempo (entre subida y bajada)	6:15	8:00	1:30
Costo (1 persona)	\$80.000	\$14.000	\$90.000

- **¿En cuál cree que viajaría ?**

Auto	Bus (Salón Cama)	Avión
------	------------------	-------

Figura 4.1: Ejemplo de experimento de elección modal en la encuesta

4.1.4. Sección Final

Todo encuestado que llegó hasta esta sección de la encuesta, pasó todos los filtros implementados y respondió cada uno de los experimentos diseñados en el capítulo 3. Para dar término a la encuesta, luego del octavo experimento de elección modal, se realizan dos preguntas para estimar su nivel de ingreso familiar mensual per cápita líquido.

Concretamente, se pregunta por el nivel de ingreso familiar mensual líquido y por la cantidad de personas que conforman su grupo familiar. Para lo primero se utiliza una pregunta de selección múltiple, donde las opciones corresponden a rangos de ingreso. Para lo segunda se emplea una entrada de texto en donde debe ingresar el tamaño de su grupo familiar. En ambas preguntas se da la opción de no responder si así lo desean

Los enunciados específicos utilizados en la encuesta se muestran en la figura C.10 del anexo C.

5. Datos

En el presente capítulo se reporta el proceso de aplicación de la encuesta descrita en el capítulo 4. Luego, se muestran los criterios de validación de los datos recolectados. Por último, se realiza una descripción de la base de datos validada.

5.1. Aplicación de la Encuesta

La encuesta descrita en el capítulo 4 fue aplicada con el fin de recolectar los datos necesarios para generar los resultados de la memoria. Dicha encuesta era de carácter digital, por lo que fue difundida mediante un link web, el cual redirigía a los encuestados a la plataforma donde fue implementada (Qualtrics).

La difusión se realizó en tres tandas. La primera fue dentro de un círculo cercano de personas, el cual contempló principalmente familiares, amigos y otras personas que pudieran ser alcanzadas mediante estos. También, se difundió dentro de distintos foros de u-cursos, la cual corresponde a la plataforma utilizada por la Universidad de Chile para las interacciones académicas entre la comunidad universitaria. Esta primera tanda sirvió como etapa piloto para validar los enunciados de la encuesta, de lo cual se hicieron pequeñas correcciones para evitar ambigüedades identificadas.

Las dos tandas siguientes consistieron en la contratación de los servicios de la empresa NetQuest (NetQuest, 2023), la cual posee una comunidad de personas que contestan encuestas a cambio de puntos, que luego pueden ser canjeados por premios materiales. En la segunda tanda se solicitaron 200 encuestas válidas, mientras que en la tercera se pidieron otras 400.

En la encuesta se implementaron filtros encargados de descartar a quienes no cumplieran el perfil buscado, el cual fue definido en los acápite 3.1.2 y 4.1.1. De esta manera, no todas las personas que iniciaron la encuesta pudieron avanzar hasta el final. Agregando las tres tandas de difusión, la encuesta fue iniciada por 1493 personas, pero solo pudo ser terminada por 723.

En la tabla 5.1 se muestra la cantidad de encuestas obtenidas desde cada tanda, donde se tiene la columna *tasa*, la cual corresponde al cociente de encuestas finalizadas sobre iniciadas. Mientras más cercana a 100% sea esta, más eficiente fue el muestreo. Se observa que la tasa de la tanda 1 es menor a las obtenidas en las tandas 2 y 3, lo cual se debe a que la difusión en este caso se realizó con escasos criterios de perfilamiento. En cambio, en las tandas 2 y 3, la encuesta pudo ser dirigida específicamente a residentes de las comunas consideradas para el estudio, lo cual fue posible gracias a que NetQuest conoce las caracterizaciones de sus usuarios.

Vale decir que, al inicio de la tanda 2 se optó por la difusión en todas las comunas consideradas para el estudio. Sin embargo, la tasa estaba resultando cercana al 30%, siendo que NetQuest había estimado un 60%. Esta diferencia podía resultar en un costo del servicio mayor al presupuestado en un inicio, lo cual indujo a corregir el perfilamiento de la encuesta.

Se notó que gran parte de las comunas destino para el último viaje interurbano de los residentes de la RM correspondían a comunas no consideradas para el estudio. Lo cual era esperable, ya que para estos se permitía seleccionar como destino cualquier comuna de Chile que no perteneciera a la RM. De esta manera, se daba lugar a múltiples pares OD no contemplados.

Por otra parte, a quienes no residían en la RM solo se les permitía elegir destino entre comunas de la RM, lo cual disminuye las probabilidades de dar con un par OD no considerado. De esta forma, se decidió que lo mejor para mejorar la eficiencia del muestreo era perfilar la encuesta a residentes de las comunas consideradas no pertenecientes a la RM, lo cual dio resultado. Esto se implementó durante el desarrollo de la tanda 2 y fue mantenido durante toda la tanda 3.

Tabla 5.1: Encuestas aplicadas desagregadas por tanda

Tanda	Encuestas Iniciadas	Encuestas Finalizadas	Tasa (%)
1	301	115	38.2
2	423	203	48.0
3	769	405	52.7
Total	1493	723	48.4

5.2. Validación de los Datos

Entre las 723 personas que completaron la encuesta, cabe la posibilidad que algunas no hayan respondido con la debida prolijidad que el estudio requiere. De tal forma, es posible que se tengan datos que conduzcan a resultados sesgados. Por esta razón, se lleva a cabo un procedimiento de validación de datos.

El objetivo es mantener exclusivamente las observaciones de quienes desarrollaron el instrumento con atención y detalle. Como una manera de aproximarse a esto se realizó un análisis de los tiempos de respuesta.

Gracias a herramientas de Qualtrics que fueron implementadas en la encuesta, se conoce el tiempo que cada encuestado dedicó a cada una de las partes indicadas en la

tabla 5.2. La suma de los tiempos dedicados a las seis partes constituye el tiempo de respuesta total.

Tabla 5.2: Partes de la encuesta para las que se conoce el tiempo de respuesta desagregado

Parte	Descripción
1	Introducción, Filtro Par OD, Características último viaje interurbano, Elección PR y Conjunto de Consideración
2	Atributos PR de Alternativas Consideradas
3	Introducción a los experimentos de elección discreta
4	Cheap Talk
5	Experimentos de elección discreta
6	Nivel Socioeconómico

Se analiza la distribución empírica de los tiempos de respuesta de cada parte, para lo que se emplea la función boxplot del software R. Dada una muestra, esta función entrega la mediana, el cuartil 1 (Q_1) y el cuartil 3 (Q_3). El intervalo $[Q_1, Q_3]$ se denomina rango intercuartil y concentra el 50 % de los datos. Además, para identificar valores atípicos, la función determina el intervalo $VA = [Q_1 - 1,5 \cdot IQR, Q_3 + 1,5 \cdot IQR]$, donde $IQR = Q_3 - Q_1$. Un dato se considera atípico si está fuera de VA . Si no se tienen datos menores al límite inferior de VA , la función entrega el mínimo de la muestra. Análogamente, si no hay datos mayores al límite superior de VA , entrega el máximo de la muestra.

La parte 2 resulta más extensa para quienes consideran tres alternativas en lugar de solo dos. Por lo tanto, se decide analizar el tiempo de respuesta por alternativa considerada. Aplicando boxplot se obtienen los resultados de la tabla 5.3.

Tabla 5.3: Análisis tiempos de respuesta por parte (en segundos)

Parte	$Q_1 - 1,5 \cdot IQR$ o mínimo	Q_1	Mediana	Q_3	$Q_3 + 1,5 \cdot IQR$ o máximo
1	75	128	155	198	292
2*	6	15	20	26	43
3	2	23	40	60	112
4	2	10	18	28	55
5	25	62	83	122	213
6	9	29	37	50	81
*Tiempo de respuesta por alternativa considerada					

De la tabla 5.3 se observa que el rango intercuartil es razonable para todas las partes.

En ninguna de las partes se obtuvieron valores atípicos menores a $Q_1 - 1,5 \cdot IQR$, por lo que la función boxplot entregó el tiempo de respuesta mínimo en todos los casos. Para la parte 1 y 2, esto resultan razonables. Sin embargo, en las partes 3, 4 y 5, son bajos considerando las tareas que se solicitaban. Esto da cuenta de personas que respondieron rápidamente sin una detenida lectura de los enunciados.

Por otro lado, en todas las partes se obtuvieron valores atípicos mayores a $Q_3 + 1,5 \cdot IQR$. La cantidad de estos se muestran en la tabla 5.4. Una conjetura al respecto es que estos valores dan cuenta de personas que dejaron la encuesta de lado y se dedicaron a realizar otras actividades, volviendo tiempo después a continuarla. En estos casos, las personas probablemente olvidaron el detalle del contexto e instrucciones que la encuesta daba, con lo que no efectuaron un desarrollo fluido del instrumento.

Tabla 5.4: Cantidad de Valores Atípicos en cada parte de la encuesta

Parte	Valores Atípicos
1	60
2	58
3	38
4	13
5	51
6	48

Para efectuar la validación de datos se establecen cotas inferiores y superiores para los tiempos de respuesta de cada parte. El criterio principal es descartar a aquellas personas que exhiban tiempos de respuesta excesivamente alejados de los rangos de la mayoría o que parezcan poco plausibles.

Para la parte 1 cada encuestado debía responder entre 18 a 22 preguntas, de las cuales dos eran entradas de texto y el resto de selección múltiple, lo cual no debería implicar grandes tiempos en cada pregunta. El tiempo mínimo en esta parte fue de 75 segundos, lo cual se considera razonable. Por otra parte, se supone que un tiempo de 20 segundos por pregunta entrega suficiente holgura, por lo que esta parte no debería demorar más de 440 segundos.

En la parte 2, donde se debía indicar tiempo y costo para cada alternativa considerada, se tiene un tiempo mínimo de 6 segundos, el cual se considera razonable. Sin embargo, se considera que esta tarea no debería exceder los 60 segundos. De esta forma, sea c la cantidad de alternativas consideradas, los tiempos de respuesta válidos para esta sección son aquellos entre $c \cdot 6$ y $c \cdot 60$ segundos.

La parte 3 correspondía a las instrucciones para los experimentos de elección discreta. Era de suma importancia que estas fueran leídas detenidamente para así realizar los experimentos de manera adecuada. Se establece un tiempo mínimo de 15 segundos y un máximo de 180 segundos.

La parte 4 consistía en la lectura del texto cheap talk. Aquí se aprecia un mínimo de 2 segundos, lo cual da cuenta de alguien que avanzó la sección sin dar lectura detenida al texto. No se descartan observaciones por este criterio, pero será utilizado para analizar los resultados del método cheap talk en el acápite 7.5.

La parte 5 consta de los ocho experimentos de elección discreta. Un correcto desarrollo de estos requiere de un tiempo mínimo para analizar el perfil antes de seleccionar una alternativa. Se establece un tiempo promedio mínimo de 4 segundos por experimento y un máximo de 40 segundos. De tal forma, los tiempos de respuesta válidos son aquellos entre 32 y 320 segundos.

Por último, la parte 6 correspondía simplemente a declarar el nivel de ingreso familiar mensual y la cantidad de integrantes del grupo familiar. En esta etapa, los datos relevantes para el estudio ya han sido capturados, por lo que no se establecen criterios para descartar observaciones en este caso.

Aplicando los criterios de validación se descartan 177 personas. Analizando el tiempo de respuesta total de las 546 personas restantes, se encuentran dos que sobrepasaron los 30 minutos, lo cual se considera excesivo y por ende se descartan.

En definitiva, la muestra validada se compone de 544 personas. En la figura 5.1 se muestra un histograma del tiempo de respuesta total exhibido por quienes no fueron descartados. El tiempo mínimo fue de 3,2 minutos, el máximo de 18,4 minutos y el promedio de 7 minutos.

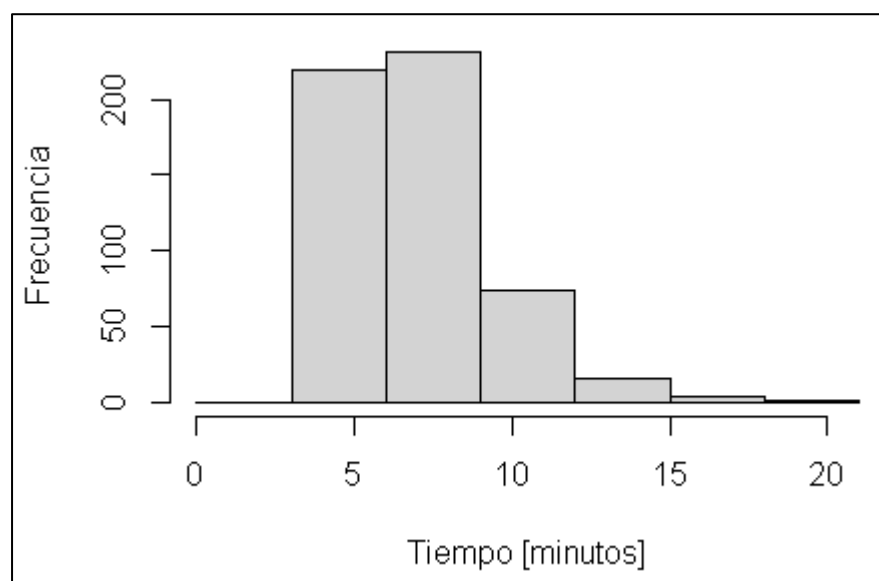


Figura 5.1: Histograma del Tiempo de Respuesta Total

5.3. Descripción de los Datos

A continuación se muestra la estadística descriptiva de la muestra validada, la cual quedó compuesta por 544 personas y fue determinada en el acápite 5.2.

5.3.1. Caracterización general de los encuestados

Como caracterización general de los encuestados, a continuación se muestra la distribución del sexo, ocupación principal, edad y nivel de ingreso per cápita.

Del total de personas se tienen 278 mujeres y 266 hombres, lo cual se resume en la tabla 5.5.

Tabla 5.5: Distribución Sexo

Sexo	Cantidad	Porcentaje (%)
Femenino	278	51.1
Masculino	266	48.9
Total	544	100

En la tabla 5.6 se muestra la distribución de la ocupación principal, en donde se aprecia que la amplia mayoría corresponde a trabajadores. El resto de las ocupaciones representan una proporción bastante inferior respecto a los trabajadores.

Tabla 5.6: Distribución Ocupación Principal

Ocupación	Cantidad	Porcentaje (%)
Estudio	52	9.6
Trabajo	411	75.6
Cesante	28	5.1
Jubilado	19	3.4
Otro	34	6.3
Total	544	100

En la figura 5.2 se presenta un histograma que da cuenta de la distribución de la edad en la muestra validada. Cada barra está asociado a un intervalo de largo 4 años. Se observa que entre los 22 y 66 años el histograma se asemeja a una variable uniforme. Los menores a 22 y mayores a 66 años son relativamente menos frecuentes a aquellos de rango mencionado. En la tabla 5.7 se indican los descriptores principales.

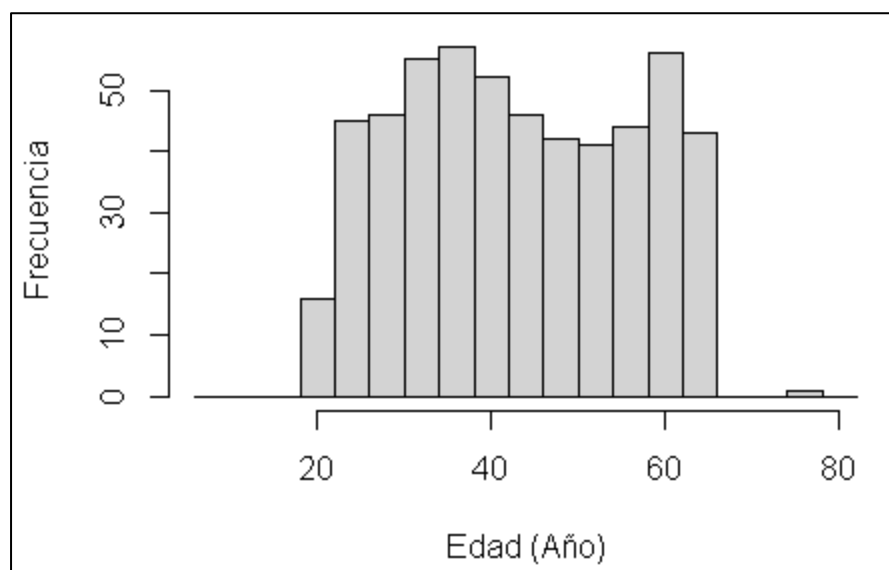


Figura 5.2: Histograma de la Edad en la Muestra Validada

Tabla 5.6: Descriptores Estadísticos Edad

Edad	Valor (Año)
Mínimo	18.0
Mediana	42.0
Promedio	42.6
Máximo	76.0
Desviación Estándar	13.1

Con respecto al ingreso familiar per cápita (mensual y líquido), ocurrió que 46 personas prefirieron no declarar su nivel ingreso. Para las restantes 498, el ingreso familiar per cápita se estimó como el valor medio del rango de ingreso familiar declarado dividido la cantidad de integrantes del grupo familiar. Sin duda que la estimación realizada está lejos de ser precisa, por lo que solo debe interpretarse como una aproximación.

La distribución del ingreso familiar per cápita obtenida para quienes sí declararon ingresos (498 personas) es la mostrada en la figura 5.3. La línea vertical negra en dicha figura marca los 300.000 pesos chilenos, lo cual corresponde a la mediana poblacional de esta variable de acuerdo con la encuesta CASEN 2022 (Ministerio de desarrollo social, 2022). Utilizando este criterio para segmentar entre ingresos bajos y altos, en la tabla 5.8 se aprecia la distribución exhibida por la muestra validada y en la tabla 5.9 se muestran los descriptores estadísticos principales (en base solo a quienes declararon ingresos). De esta forma, se puede observar que se posee mayor representación de ingresos altos.

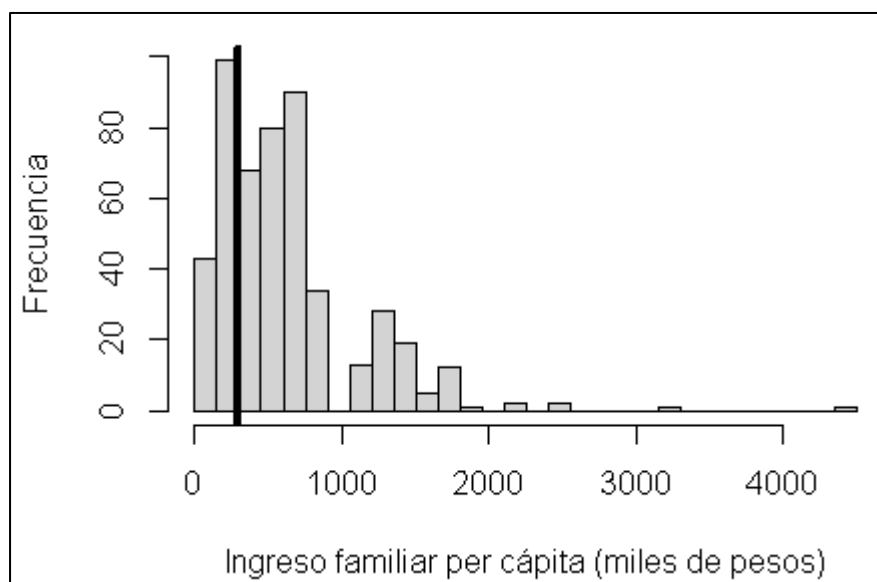


Figura 5.3: Histograma del ingreso familiar per cápita en la Muestra Validada

Tabla 5.8: Distribución de Ingreso Familiar per Cápita

Ingreso Familiar per Cápita (miles de pesos chilenos)		Cantidad	Porcentaje (%)
Bajo	(0 , 300]	142	26.1
Alto	(300 , ∞)	356	65.4
Desconocido	-	46	8.5
Total		544	100

Tabla 5.9: Descriptores Estadísticos Ingreso Familiar per Cápita

Ingreso Familiar per Cápita	Valor (Miles de Pesos)
Mínimo	56.0
Mediana	500.0
Promedio	625.5
Máximo	4,500.0
Desviación Estándar	491.5

5.3.2. Descripción de Viajes Interurbanos recolectados

La encuesta aplicada se basaba en el último viaje interurbano realizado por cada encuestado. A continuación se describen las características generales de estos, los cuales fueron reportados en el experimento PR descrito en los acápite 3.2 y 4.1.2.

Para el estudio se consideraron 10 pares OD (tabla 3.1) para la aplicación de la encuesta. La distribución obtenida respecto a este ítem es la mostrada en la tabla 5.10. Más de la mitad de las encuestas se obtuvo para los pares OD Santiago-Valparaíso y Santiago-Concepción. Con respecto a los tamaños de grupo reportados, se obtuvo la distribución mostrada en la tabla 5.11. Se observa que en la muestra son más frecuentes los viajes de personas solas o en parejas, siendo menos frecuentes grupos de tres o más. En la tabla 7.12 se muestra la distribución de los propósitos de viaje reportados. Se observa que la amplia mayoría se realizó con motivo de ocio.

Tabla 5.10: Distribución Pares OD recolectados

Par OD	Cantidad	Porcentaje
Santiago – Copiapó	10	1.8
Santiago – La Serena	72	13.2
Santiago – Valparaíso	158	29.0
Santiago – Rancagua	51	9.4
Santiago – Talca	36	6.6
Santiago – Chillán	14	2.6
Santiago – Concepción	145	26.7
Santiago – Temuco	15	2.8
Santiago – Valdivia	5	0.9
Santiago – Puerto Montt	38	7.0
Total	544	100

Tabla 5.11: Distribución Tamaños de Grupo

Tamaño de Grupo	Cantidad	Porcentaje (%)
1	169	31.0
2	171	31.4
3	89	16.4
4	71	13.1
5	27	5.0
6 o más	17	3.1
Total	544	100.0

Tabla 5.12: Distribución Propósitos de Viaje

Tamaño de Grupo	Cantidad	Porcentaje (%)
Trabajo	82	15.1
Estudio	19	3.5
Salud	42	7.7
Ocio	348	64.0
Otro	53	9.7
Total	544	100.0

6. Modelos y Metodologías de análisis

En una primera parte del presente capítulo se presenta la metodología empleada para la especificación y selección de un modelo de elección modal. En la segunda parte, se describen las metodologías de análisis que son aplicadas.

6.1. Construcción del Modelo de Elección Modal

Para estudiar las hipótesis del trabajo, lo primero es establecer un modelo sobre el cual aplicar las metodologías de análisis que se describen más adelante. Dicho modelo se debe caracterizar por representar razonablemente el fenómeno de elección bajo estudio (elección modal en viajes interurbanos).

Se comienza por definir una especificación básica que se compone simplemente por constantes específicas de alternativas y las variables explicativas de tiempo en el vehículo y costo por persona (costo grupal dividido tamaño de grupo).

Luego, se prueban otras especificaciones que consisten principalmente en desagregar el parámetro del tiempo en el vehículo, el parámetro del costo por persona y la inclusión de características del viaje (implementadas como constantes mediante variables dummy).

El modelo definitivo será aquel en donde se hayan justificado debidamente la incorporación de los nuevos elementos en el modelo básico, para lo cual se emplean tres criterios principales. El primero consiste en evaluar si los parámetros estimados tienen sentido en la realidad, por ejemplo, se espera que los parámetros asociados a tiempo o costo sean negativos, ya que el aumento de estos en una alternativa teóricamente disminuye la utilidad retribuida por esta. El segundo criterio consiste en analizar la significancia estadística de los parámetros estimados. El tercero consiste en efectuar test de razón de verosimilitud entre un modelo irrestricto (que incorpora el nuevo elemento) y otro restringido (que no incorpora el nuevo elemento).

Vale decir que, la selección del mejor modelo se realiza en base a las estimaciones resultantes mediante los datos PR. Esto debido a que son considerados relativamente más confiables a los datos obtenidos mediante los experimentos PD y SP-off-RP. Además, el presente trabajo se basa en el supuesto de que las preferencias reveladas están libres de sesgo hipotético y son el punto de comparación para la corroboración de este. Sin embargo, también se debe tener en cuenta que al ser datos auto reportados, probablemente contengan errores de medición, debido a sesgos de memoria, percepción u otros.

Todos los modelos propuestos son del tipo logit multinomial. Por lo tanto, el término de error ε_{in} mostrado a lo largo de las ecuaciones 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4 corresponde a una variable aleatoria i.i.d. Gumbel con media 0 y factor de escala μ . Este último inversamente proporcional a la desviación estándar del error.

6.1.1. Modelo básico (Modelo 1)

El modelo básico es definido mediante la ecuación 6.1, la cual muestra la función de utilidad del grupo de viaje n para la alternativa i . La parte sistemática de U_{in} depende del tiempo en el vehículo (T_{in}) y del costo por persona, el cual se calcula como el cociente entre el costo grupal (C_{in}) y el tamaño del grupo (TG_n). Los parámetros del tiempo (β_t) y del costo (β_c) son no varían entre alternativas.

$$U_{in} = ASC_i + \beta_t \cdot T_{in} + \beta_c \cdot \frac{C_{in}}{TG_n} + \varepsilon_{in} \quad (6.1)$$

6.1.2. Segmentación por ingresos (Modelo 2)

Parece razonable pensar que variaciones en el costo del viaje sean percibidas de manera diferente según el nivel de ingreso. Particularmente, se esperaría que a mayor ingreso, menor sea la sensibilidad al costo y que a menor ingreso ocurra lo contrario. Esto se basa principalmente en el supuesto de que la utilidad marginal del ingreso es decreciente.

En el caso práctico del modelo de elección modal, la variación de la sensibilidad al costo se traduce en parámetros del costo negativos, pero menores en módulo para individuos (o grupos de viaje) de mayores ingresos.

Con el fin de incluir este aspecto en el modelo, se estratifica la muestra en base al ingreso familiar per cápita y se asigna un parámetro del costo específico para cada estrato, el cual continúa siendo genérico entre alternativas. Vale decir que, β_c , al igual que en el Modelo 1, sigue siendo un parámetro genérico entre alternativas.

En definitiva, la función de utilidad en este caso viene dada por la ecuación 6.2, donde I_{gn} vale uno si el grupo de viaje n pertenece al estrato de ingreso g .

$$U_{in} = ASC_i + \beta_t \cdot T_{in} + \sum_g \beta_c^g \cdot I_{gn} \cdot \frac{C_{in}}{TG_n} + \varepsilon_{in} \quad (6.2)$$

Para la definición de estratos se separa la muestra en base al ingreso familiar per cápita, estableciendo un estrato bajo y otro alto, donde el punto de separación se

establece en 300.000 pesos chilenos. Este valor corresponde a la mediana del ingreso familiar per cápita según la encuesta CASEN 2022 (Ministerio de desarrollo social, 2022). Se contempla un tercer estrato para quienes no declararon ingresos, el cual se denomina ingresos desconocidos.

Además, dentro de la muestra se cuenta con personas que reportaron no haber financiado su viaje, por lo que la sensibilidad al costo exhibida en su observación corresponde a la de un tercero (e.g. el empleador). Por esta razón, todas las personas en esta situación se agrupan en un cuarto estrato denominado “paga otro”.

En la tabla 6.1 se muestran los estratos a utilizar, donde también se indica la cantidad de personas y la notación del parámetro que cuantifica la sensibilidad al costo para cada uno.

Tabla 6.1: Estratos de Ingreso per Cápita

Estrato de Ingreso	Ingreso Familiar per Cápita (CLP)	Personas	Parámetro
Bajo	(0 , 300.000]	119	β_c^b
Alto	(300.000 , ∞)	329	β_c^a
Desconocido	-	53	β_c^d
Paga Otro	-	43	β_c^{po}
Total		544	

6.1.3. Segmentación por propósito de viaje (Modelo 3)

Los modelos anteriores consideran que el parámetro para el tiempo en el vehículo es homogéneo para toda la muestra. Sin embargo, este podría variar dependiendo del propósito del viaje. Específicamente, parece razonable pensar que alguien que viaja con propósito trabajo se incline por alternativas más rápidas y con ello su parámetro del tiempo sea mayor en módulo con respecto motivos distintos a trabajo.

En el otro extremo tenemos a los viajes con propósito ocio, los cuales a priori se podrían suponer menos sensibles al tiempo y donde la rapidez del viaje influye menos que en el caso de viajar por trabajo.

Los propósitos restantes son estudio, salud y otro. Dado que estos por sí solos poseen un tamaño muestral reducido, se decide agruparlos en una misma categoría denominada otros propósitos.

En definitiva, el Modelo 4 queda definido por la ecuación 6.3, donde P_{hn} vale 1 si n viaja con propósito h . Los propósitos considerados se enumeran en la tabla 6.2, donde también se indica la cantidad de personas y la notación del parámetro que cuantifica la sensibilidad al tiempo en cada caso. Vale notar que en este modelo, el parámetro del costo es genérico entre alternativa y no considera desagregaciones por nivel de ingreso.

$$U_{in} = ASC_i + \sum_h \beta_t^h \cdot P_{hn} \cdot T_{in} + \beta_c \cdot \frac{C_{in}}{TG} + \varepsilon_{in} \quad (6.3)$$

Tabla 6.2: Categorías de propósitos de viaje

Propósito	Personas	Parámetro
Trabajo	82	β_t^t
Ocio	348	β_t^o
Otros Propósitos	114	β_t^{op}
Total	544	

6.1.4. Segmentación por ingresos y por propósito de viaje (Modelo 4)

Este modelo consiste simplemente en considerar la segmentación por ingresos, planteada en el acápite 6.1.2, junto a la segmentación por propósito de viaje, planteada en el acápite 6.1.3. Su especificación se define en la ecuación 6.4.

$$U_{in} = ASC_i + \sum_h \beta_t^h \cdot P_{hn} \cdot T_{in} + \sum_g \beta_c^g \cdot I_{gn} \cdot \frac{C_{in}}{TG_n} + \varepsilon_{in} \quad (6.4)$$

6.1.5. Inclusión de características del grupo de viaje (Modelo 5 y 6)

En general la elección modal para viajes interurbanos se ve influenciada por factores más allá de solamente el tiempo de viaje y el costo por persona. Por esta razón, se prueban especificaciones que incluyen variables que representan características del viaje, para lo cual se plantean diferentes hipótesis que se describen a continuación.

El auto puede resultar más atractivo que otros modos a medida que el grupo de viaje es más grande. Ya se ha hecho notar que el costo por persona se ve reducido, desde lo cual se deriva utilidad que ya está incorporada en los modelos propuestos (a través de β_c , ya que se utiliza el costo por persona). Sin embargo, hay otros aspectos de viajar acompañado en auto que pueden derivar utilidad adicional, e.g. el hecho de conversar o estar en presencia solo de conocidos, con lo que la experiencia es más amena. Para implementar esto, a la utilidad del auto se suma el término $\beta_{tg} \cdot (TG_n - 1)$, donde β_{tg} es la utilidad marginal de usar auto cuando el tamaño de grupo crece en una

persona. Vale notar que solo se deriva utilidad adicional si el grupo se conforma por dos o más personas, ya que cuando TG_n vale 1 el término se anula. Se espera que β_{tg} sea mayor a cero.

La disponibilidad de auto en el hogar también es un aspecto que vuelve a este más atractivo y desde lo cual se podría derivar utilidad adicional. Sin embargo, si se viaja solo, esto solo tiene efecto si se posee licencia de conducir. Por lo tanto, para su implementación se define la variable ADH_n que vale 1 si la persona n posee uno o más autos en su hogar (0 en otro caso) y LC_n que vale 1 si n posee licencia de conducir (0 en otro caso). Para capturar el efecto se suma $\beta_{adh} \cdot ADH_n \cdot LC_n$ cuando $TG_n = 1$ y solo $\beta_{adh} \cdot ADH_n$ si $TG_n > 1$. En esto último subyace el supuesto de que si el grupo se compone de dos o más personas y el encuestado no posee licencia, entonces alguno de sus acompañantes sí. Se espera que β_{adh} sea mayor a cero.

El equipaje puede ser otra fuente de utilidad adicional para el auto, ya que en otros modos se debe transportar este en las etapas de acceso y egreso. En cambio, como el auto carece de dichas etapas, podría haber un efecto en favor de este cuando se viaje con maletas, bolsos o bultos grandes. Para implementar esto, se define la variable EQ_n que vale 1 si n viaja con equipaje (0 en otro caso) y se suma $\beta_{equi} \cdot EQ_n$ en la utilidad del auto. Se espera que β_{equi} sea mayor a cero.

Otra característica que puede volver más atractivo el auto es el hecho de viajar con niños menores. Esto debido a que las etapas de acceso y egreso pueden ser percibidas como peligrosas o poco deseables cuando hay menores, lo cual puede ser evitado con el uso del auto, de lo cual se deriva utilidad adicional. Para incluir se define M_n que vale 1 si en el grupo de viaje hay menores a siete años (0 en otro caso) y se suma $\beta_{meno} \cdot M_n$ en la utilidad del auto. Se espera que β_{meno} sea mayor a cero.

Con respecto al bus, se recabó información respecto a si se utiliza asiento semicama o salón cama. En estos últimos se puede viajar con mayor espacio y inclinación, lo cual supone una fuente de utilidad adicional. Se define SC_n que vale 1 si se utiliza asiento salón cama en bus (0 en otro caso) y se suma $\beta_{sc} \cdot SC_n$ en la utilidad del bus. Dada la manera en que se definió, se debería esperar que β_{sc} sea mayor a cero.

Cuando el avión está presente en el conjunto de consideración, la anticipación con la cual es planificado el viaje podría influenciar la elección. Como supuesto se establece que si el viaje es planificado con anticipación, el avión surge como una alternativa con alta utilidad, ya que es posible encontrar menores tarifas y con ello optar a menores tiempos en el vehículo. Sin embargo, utilidad adicional podría ser derivada de otras fuentes distintas a costo o tiempo, tales como una mejor planificación del itinerario. Recordando que en el experimento PR se recabo el dato de si el viaje se planificó con

anterioridad, se define la variable AN_n que vale 1 si el viaje de n fue planificado con anticipación (0 en otro caso). AN_n se incluye en utilidad sistemática acompañada del parámetro β_{anti} , el cual se espera sea mayor a 0 para corroborar el supuesto hecho.

Las hipótesis recién planteadas se implementan en dos modelos, denominados modelo 5 y 6, los cuales se estiman de manera secuencial. En primer lugar, se estima el modelo 5 que considera todas las características de grupo de viaje listadas, con lo que se analiza si los parámetros estimados resultan acordes a lo esperado y si son estadísticamente significativos. Luego, el modelo 6 corresponde al modelo 5 excluyendo aquellos parámetros que no resultaron en estimaciones satisfactorias.

6.1.6. Variables Específicas para Estimación PD y SP-off-RP

Cuando se estime un modelo mediante datos PD o SP-off-RP es necesario incluir algunas variables adicionales que no son consideradas en el caso de emplear datos PR.

En experimentos de elección (PD o SP-off-RP) es probable que las personas tiendan a elegir aquella alternativa que utiliza en contextos reales, de tal forma que le resta importancia a los atributos presentados. En el marco del presente estudio, esto se interpreta como una aversión a elegir (en los experimentos de elección) un modo distinto al usado en su último viaje interurbano, el cual fue recabado en el experimento PR. La explicación detrás de esto puede ser querer auto justificarse, la costumbre u otro motivo. A esto se le denomina inercia y resulta importante incluirlo en la modelación para controlar por este efecto. (Ortúzar & Willumsen, 2011)

Algunos estudios que evidencian la importancia de modelar el efecto de inercia corresponden a (Bradley and Daly, 1997) y (Cantillo, Ortúzar and Williams, 2007). Por esta razón, cuando se trate de una estimación con datos PD o SP-off-RP, se incluye la variable I_{in} que vale 1 si el individuo n eligió la alternativa i en su último viaje interurbano (experimento PR) y 0 en otro caso, lo cual se muestra en la ecuación 6.5. El efecto de la variable I_{in} es cuantificado mediante el parámetro β_{ine} , el cual se espera que tenga un signo positivo.

$$I_{in} = \begin{cases} 1 & \text{si } n \text{ eligió } i \text{ en PR} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (6.5)$$

Por otra parte, del acápite 2.4.2.1 se sabe que para estimar un modelo mediante datos SP-off-RP, se debe tomar en cuenta la endogeneidad que surge del diseño de estos. La metodología que se emplea para corregir la endogeneidad consiste en hacer una regresión de cada variable endógena (T_{in} y C_{in}/TG_n del experimento SP-off-RP) en

los instrumentos a utilizar (T_{in} y C_{in}/TG_n del experimento PR), y luego agregar los residuos (RES_{tin} y RES_{cin}) como variables en la parte sistemática de la utilidad.

Por lo tanto, cuando se estima un modelo mediante datos SP-off-RP se agregan las variables RES_{tin} y RES_{cin} , para las cuales se utilizan los parámetros β_t^{res} y β_c^{res} , respectivamente. No se espera nada respecto al signo de estos parámetros, pero su significancia estadística es un indicador que el modelo presentaba endogeneidad.

6.2. Metodologías de Análisis

Con el fin de probar las hipótesis de la memoria, cuatro metodologías de análisis serán llevadas a cabo para comparar los VST obtenidos desde los distintos experimentos. Estas consisten en intervalos de confianza, test de razón de verosimilitud, análisis de cheap talk y predicción fuera de muestra. Vale decir que, para estos análisis se emplea el modelo seleccionado entre los propuestos en el acápite 6.1. A continuación se entregan más detalles de las metodologías.

6.2.1. Intervalos de confianza

Dado un cierto modelo de elección modal, la estimación puntual del VST se obtiene como la división de un parámetro del tiempo sobre otro del costo, los cuales corresponden a variables aleatorias normales. Por lo tanto, para estimar un intervalo de confianza para el VST, primero se requiere calcular su varianza, la cual se deriva de la varianza de los parámetros del tiempo y costo involucrados. La fórmula necesaria para este caso es extraída desde (Daly, Hess, & de Jong, 2012) y se muestra en la ecuación (6.6).

$$Var\left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right) = \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\omega_{11}}{\beta_1^2} + \frac{\omega_{22}}{\beta_2^2} - 2\frac{\omega_{12}}{\beta_1\beta_2}\right) \quad (6.6)$$

Vale decir que ω_{ij} corresponde a la covarianza entre el parámetro β_i y el parámetro β_j , ergo, ω_{ii} es la varianza de β_i . El error estándar se obtiene simplemente aplicando raíz cuadrada sobre la varianza calculada.

La ecuación 6.6 se emplea para el cálculo del error estándar del VST en el Modelo PR y PD. Para el caso de SP-off-RP se deben utilizar métodos no paramétricos, por lo que se utiliza bootstrap.

La forma en que se emplea *Bootstrap* consiste en tomar muestras de N observaciones de manera aleatoria y con reemplazo, donde N es el número total de observaciones *SP-off-RP* con las que se cuenta. Se utiliza cada muestra para estimar el modelo de elección modal, desde donde se obtiene una estimación puntual del VST. Esto

se repite R veces, de manera que se obtienen un conjunto de R estimaciones puntuales del VST. El error estándar buscado es simplemente la desviación estándar del conjunto obtenido. Para más información ver (Efron & Tibshirani, 1986).

6.2.2. Test de razón de verosimilitud

El test de razón de verosimilitud es utilizado para comparar un modelo irrestricto contra otro restringido, el cual se caracteriza por ser un caso particular del primero.

La metodología consiste en estimar ambos modelos, para luego calcular el estadístico mostrado en 6.7, el cual se compone del logaritmo natural de la verosimilitud del modelo restringido ($L_R(\hat{\theta})$) y de lo análogo para el irrestricto ($L_U(\hat{\theta})$). Dicho estadístico sigue una distribución chi-cuadrado con g grados de libertad, donde g es la cantidad de parámetros extra que posee el modelo irrestricto con respecto al modelo restringido.

$$-2 \cdot [L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})] \sim \chi_g^2 \quad (6.7)$$

En el contexto del test, la hipótesis nula afirma que el modelo restringido posee bondad de ajuste mayor o igual a la del modelo irrestricto. Rechazar esta hipótesis equivale a lo contrario, es decir el modelo irrestricto posee mayor bondad de ajuste y con ello se explica un mayor porcentaje de la varianza de los datos.

En el contexto de esta memoria, el test de razón de verosimilitud es empleado para justificar la inclusión de variables para seleccionar un modelo de elección modal (entre los propuestos en el acápite 6.1). También se emplea para evaluar formalmente la existencia de sesgo hipotético en los experimentos PD y SP-off-RP, así como también analizar si PD y SP-off-RP entregan estimaciones significativamente diferentes. A continuación, se detalla específicamente como se emplea el test en cada caso

6.2.2.1. Justificar la inclusión de variables

Se parte desde un modelo restringido que posee una cierta especificación y considera un conjunto de variables. Luego, se plantea un modelo irrestricto que se compone por lo mismo que el restringido más parámetros y variables adicionales. Ambos modelos se configuran de tal forma que, si en el modelo irrestricto se anulan los parámetros adicionales (anulándose también la influencia de las variables adicionales), entonces se colapsa en el modelo restringido. De esta forma, se cumple la condición de que el modelo restringido sea un caso particular del irrestricto.

El resto de la metodología consiste en estimar ambos modelos y así obtener $L_R(\hat{\theta})$ y $L_U(\hat{\theta})$. Sigue calcular el estadístico $-2 \cdot [L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$ y los grados de libertad g ,

para finalmente establecer un nivel de significancia y concluir respecto si la hipótesis nula es rechazada o no.

6.2.2.2. Existencia de Sesgo Hipotético en Experimentos PD

Lo que se busca en este caso es analizar si existe diferencia estadísticamente significativa entre las preferencias exhibidas en contextos reales (PR) y en los experimentos de elección PD.

Los pasos a seguir son los siguientes. En primer lugar, se estima el modelo restringido mediante los datos PR y PD de manera conjunta. Dado que existen escalas diferentes en los errores de ambos datos, se emplea un parámetro de escala que capture este aspecto. Además, se utilizan constantes específicas de alternativas diferenciadas por tipo de experimento, es decir, habrá dos constantes específicas para cada alternativa: una asociada a PR y otra a PD (En estricto rigor no para todas las alternativas, ya que se debe fijar la constante de una por motivos de identificación). El resto de los parámetros no distinguen por experimento (PR o PD), lo cual impone preferencias homogéneas entre el contexto real y los escenarios hipotéticos. Este primer modelo entrega $L_R(\hat{\theta})$.

En segundo lugar, se estima el modelo irrestricto haciendo uso de los mismos datos empleados para el modelo restringido. En este caso, en lugar de realizar una única estimación conjunta con los datos PR y PD, utilizando todos los parámetros específicos por tipo de experimento, se toma un camino alternativo y equivalente. Este consiste en realizar dos estimaciones, primero se estima utilizando solo los datos PR y luego solo usando los datos PD. $L_U(\hat{\theta})$ queda dado por la suma de los dos log-likelihood obtenidos. A su vez, la cantidad de parámetros del modelo irrestricto corresponde a la suma de la cantidad de parámetros de ambos modelos estimados. De esta manera, el modelo irrestricto permite que las preferencias sean diferentes entre el contexto real (PR) y los escenarios hipotéticos (PD).

En este punto ya es posible calcular el estadístico $-2 \cdot [L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$ y los grados de libertad g . Por lo que se establece un nivel de significancia y se concluye si la hipótesis nula es rechazada.

La hipótesis nula afirma que las preferencias son homogéneas entre el experimento PR y el PD. Por lo tanto, si se rechaza la hipótesis nula se tiene evidencia estadística que las preferencias difieren entre cada tipo de experimento, con lo que se corroboraría la existencia de sesgo hipotético.

En definitiva, si se rechaza la hipótesis nula, entonces resulta mejor modelar el fenómeno haciendo uso de parámetros distintos entre los datos PR y PD. Esto equivale a corroborar empíricamente la existencia de sesgo hipotético en la aplicación particular

del presente trabajo. Si no se rechaza, entonces no hay evidencia estadística suficiente para corroborar la existencia del sesgo hipotético.

6.2.2.3. Existencia de Sesgo Hipotético en Experimentos SP-off-RP

La metodología a emplear en este caso es análoga a la descrita en el acápite 6.2.2.2. La única diferencia radica en que en este caso se utilizan los datos SP-off-RP en lugar de los datos PD.

La hipótesis nula en este caso afirma que se tienen preferencias diferentes entre PR y SP-off-RP. Dados los objetivos de la memoria, en este caso es deseable no rechazar la hipótesis nula, ya que se corroboraría la existencia de sesgo hipotético en los experimentos SP-off-RP, los cuales se están estudiando como una técnica de mitigación.

6.2.2.4. Comparación de PD versus SP-off-RP

Solo por completitud, se lleva a cabo un test de razón de verosimilitud, cuya metodología es análoga a la descrita en el acápite 6.2.2.1, pero en este caso se utilizan los datos PD y SP-off-RP. Rechazar la hipótesis nula en este test, equivale a que las preferencias para experimentos PD son distintas a aquellas de SP-off-RP. De ocurrir esto, llamaría bastante la atención, ya que los experimentos PD y SP-off-RP son presentados de manera aleatoria y con un formato idéntico. Su única diferencia radica en el diseño experimental, por lo que el rechazo de la hipótesis nula sería atribuible a esto principalmente.

6.2.3. Análisis Cheap Talk

El cheap talk se aplicó solo a la mitad de los encuestados, con el fin de analizar si hubo algún efecto con respecto a quienes no se les aplicó. Para efectos de este trabajo, dicho efecto se estudiará a través de las estimaciones del valor subjetivo del tiempo (VST) obtenidas mediante los experimentos de elección.

Solo con fines explicativos, supongamos que se utiliza el modelo básico definido en la ecuación 6.1. Este considera un parámetro del tiempo β_t y otro del costo β_c , mediante los cuales se calcula el VST como β_t/β_c . Para el análisis del cheap talk, la metodología consiste en capturar el efecto de este a través de un parámetro del tiempo adicional β_t^{ct} , el cual se integraría al modelo básico tal como indica la ecuación 6.8, donde 1_n^{ct} vale 1 si al individuo n se le aplicó cheap talk y 0 en otro caso.

$$U_{in} = ASC_i + (\beta_t + \beta_t^{ct} \cdot 1_n^{ct}) \cdot T_{in} + \beta_c \cdot \frac{C_{in}}{TG} + \varepsilon_{in} \quad (6.8)$$

De esta forma, el VST para el grupo que se vio expuesto al método viene dado por $(\beta_t + \beta_t^{ct})/\beta_c$. Sin embargo, lo primero y primordial es verificar si β_t^{ct} resulta significativo, lo cual validaría que el método tuvo un efecto.

Una variación de la metodología sería capturar el efecto a través de un parámetro adicional para el costo. Esto se ejemplifica nuevamente mediante el modelo básico, tal como se muestra en la ecuación 6.9. En este caso, el VST se calcularía como $\beta_t/(\beta_c + \beta_c^{ct})$.

$$U_{in} = ASC_i + \beta_t \cdot T_{in} + (\beta_c + \beta_c^{ct} \cdot 1_n^{ct}) \cdot \frac{C_{in}}{TG} + \varepsilon_{in} \quad (6.9)$$

Esta metodología se aplica exclusivamente en las estimaciones mediante datos PD o SP-off-RP. Esto debido a que, aunque sea obvio, el cheap talk solo podría llegar a incidir en las elecciones de los experimentos de elección, mas no en la de contextos reales (datos PR).

6.2.4. Predicciones fuera de muestra

Otra metodología mediante la cual se analizarán los resultados de la memoria corresponde a realizar predicciones fuera de muestra. Esto consiste en separar la muestra en dos grupos, uno de entrenamiento y otro de predicción. Se utiliza el grupo de entrenamiento para estimar los parámetros de un cierto modelo de elección discreta y luego emplear estos para predecir las elecciones del grupo de predicción.

En el contexto de este trabajo se quiere analizar si el desempeño en predecir las elecciones PR resulta mejor cuando se emplean las estimaciones derivadas de los experimentos PD o SP-off-RP.

Entonces, los datos del grupo de entrenamiento son utilizados para estimar dos modelos, uno con sus preferencias PD y otro con sus preferencias SP-off-RP. Además, se estima un tercer modelo con las preferencias PR. Luego, se evalúan los tres modelos haciendo uso de los datos PR del grupo de predicción, con lo que se obtiene un log-likelihood para cada uno. Esto se hace repetidas veces, mediante distintos grupos de entrenamiento y predicción determinados aleatoriamente, con lo que se genera un conjunto de log-likelihood para PD, otro para SP-off-RP y un tercero para PR. Finalmente se prueba la hipótesis de que el log-likelihood SP-off-RP promedio resultó mayor al de PD. Esto último equivale a que los datos SP-off-RP predicen las elecciones PR mejor que los datos PD. También se prueba la hipótesis de que el log-likelihood PR promedio fue mayor al de PD y SP-off-RP, esto se hace para analizar si el desempeño en predicciones fuera de muestra es mejor con datos PR que con experimentos de elección.

A continuación se detalla los pasos a seguir para llevar a cabo esta metodología:

Paso 1: elección aleatoria del conjunto de entrenamiento: Se escoge aleatoriamente un 80% de las personas que componen la muestra validada y son asignados al grupo de entrenamiento. El 20% restante son asignados al grupo de predicción.

Paso 2: estimación de los modelos: Se emplea el grupo de entrenamiento, para estimar tres modelos: uno mediante sus datos PD, otro mediante sus datos SP-off-RP y un tercero mediante los datos PR. Se almacenan los parámetros obtenidos.

Paso 3: ajuste de las constantes específicas por alternativa: Las constantes específicas por alternativa se utilizan con el fin de capturar el efecto promedio de factores no observados (Train, 2009) y sus valores se definen de modo que las particiones modeladas sean iguales a las observadas.

De esta manera, las constantes obtenidas en el paso 2 replican las particiones observadas en los datos PR, PD y SP-off-RP del grupo de entrenamiento. Para efectuar una comparación más justa, se hace necesario recalibrar las constantes con tal de que repliquen las particiones observadas en los datos PR del grupo de entrenamiento. De esta forma, la diferencia en el desempeño de las predicciones se atribuye exclusivamente a los parámetros de las variables incluidas en el modelo (e.g. tiempo y costo).

La metodología a emplear fue propuesta en (Train, 2009) y consiste básicamente en variar iterativamente las constantes hasta conseguir lo buscado, es decir, que las particiones observadas sean iguales a las modeladas.

En primer lugar, para cada alternativa j se calcula su partición observada (P_j) en los datos PR del grupo de entrenamiento y su partición modelada inicial (\hat{P}_j^0) la cual depende de los parámetros obtenidos en el paso 2, entre los cuales se encuentran las constantes específicas de las alternativas (ASC_j^0).

En la primera iteración, si P_j es mayor a \hat{P}_j^0 , entonces ASC_j^0 es aumentada. En caso contrario, ASC_j^0 es reducida. En ambos casos se genera ASC_j^1 , el cual es el valor que toma la constante luego de la primera iteración. En la ecuación 6.10 se muestra la metodología de cómo es variada cada constante en la k -ésima iteración. Vale notar que en cada paso las constantes varían en 0.001 y que el proceso termina cuando las particiones observadas difieren de las modeladas en una cifra menor o igual a 2%.

$$ASC_j^k = \begin{cases} ASC_j^{k-1} + 0.001 & \text{si } \hat{P}_j^{k-1} - P_j < -0.02 \\ ASC_j^{k-1} - 0.001 & \text{si } \hat{P}_j^{k-1} - P_j > 0.02 \\ ASC_j^{k-1} & \text{si } |\hat{P}_j^{k-1} - P_j| \leq 0.02 \end{cases} \quad (6.10)$$

Paso 4: Predecir elecciones PR: Se emplean las constantes recalibradas en el paso 3 junto al resto de parámetros del paso 2 para conformar el modelo PD, el SP-off-RP y el PR. Los tres se aplican a los datos PR del grupo de predicción, obteniéndose tres log-likelihood (uno por cada modelo). Se calcula la diferencia entre el log-likelihood de PR y PD (D_{PR-PD}), entre PR y SP-off-RP ($D_{PR-SPRP}$), y entre SP-off-RP y PD ($D_{SPRP-PD}$).

Dichas diferencias se calculan, ya que en el paso 6 se realiza una prueba de hipótesis para muestras pareadas. Esto se debe a que la metodología considera que en cada repetición se estiman los tres modelos con un mismo grupo de entrenamiento. De esta forma, los log-likelihood de cada modelo no son independientes.

Paso 5: Repetir el proceso: Se vuelve al inicio y se repiten los pasos del 1 al 4 una cantidad de R veces.

Paso 6: Prueba de hipótesis: Se calcula el promedio y la desviación estándar de las diferencias de log-likelihood obtenidas desde cada repetición. Las diferencias promedio se denotan por \bar{D}_{PR-PD} , $\bar{D}_{PR-SPRP}$ y $\bar{D}_{SPRP-PD}$, mientras que las desviaciones estándar por S_{PR-PD} , $S_{PR-SPRP}$ y $S_{SPRP-PD}$.

Para analizar si un modelo p tuvo mejor desempeño que otro m , se realiza la prueba de hipótesis de una cola definida en la ecuación 6.11. El estadístico de prueba se calcula mediante la ecuación 6.12. Este sigue una distribución t-student con R-1 grados de libertad, donde R corresponde a la cantidad de repeticiones realizadas. Rechazar H_0 implica que hay evidencia para concluir que el desempeño de p resultó mejor al de m .

$$\begin{aligned} H_0: D_{p-m} &\leq 0 \\ H_1: D_{p-m} &> 0 \end{aligned} \quad (6.11)$$

$$t = \frac{D_{p-m}}{\frac{S_{p-m}}{\sqrt{R}}} \quad (6.12)$$

7. Resultados

En el presente capítulo se reportan los resultados del trabajo. Estos fueron generados haciendo uso de los datos descritos en el capítulo 5 junto con las metodologías indicadas en el capítulo 6.

7.1. Selección Modelo de Elección Modal

Empleando los datos PR, fueron estimados los modelos propuestos en el acápite 6.1. El fin de esta tarea consiste en seleccionar una especificación sobre la cual desarrollar las distintas metodologías de análisis.

En primer lugar, se busca una especificación que solo incluya las variables tiempo en el vehículo y costo por persona. De esta forma, esta primera selección se hace entre los modelos 1, 2, 3 y 4, los cuales corresponden a todas las combinaciones posibles de incluir o no las dos segmentaciones propuestas (de ingresos y propósito de viaje). En la tabla 7.1 se muestran las estimaciones resultantes.

Se observa que todos los parámetros asociados a tiempo y costo resultaron negativos, lo cual es consistente con la teoría. Se tiene significancia estadística de al menos 5% para la mayoría de los parámetros, con excepción de β_c^{po} en los modelos 2 y 4 y de β_t^t en el modelo 4.

Analizando la segmentación de ingresos realizada en los modelos 2 y 4, se aprecia una mayor sensibilidad al costo para bajos ingresos con respecto a altos ingresos, i.e. $\beta_c^b < \beta_c^a$, lo cual calza con lo esperado. Además, el parámetro del costo para ingresos desconocidos resultó en medio de aquellos para ingresos bajos y altos, i.e. $\beta_c^b < \beta_c^d < \beta_c^a$. Esto último es razonable, ya que es válido suponer que los ingresos desconocidos se componen por individuos de bajos y altos ingresos, con lo que es esperable que la estimación capture el efecto medio de agrupar ambos estratos. Por su parte, para el estrato paga otro se obtuvo un estimador puntual (β_c^{po}) que refleja una baja sensibilidad al costo en comparación a quienes sí financian su viaje. Sin embargo, la estimación de β_c^{po} no es significativa, con lo que no se tiene evidencia para afirmar que este parámetro difiera de cero y de esta forma es poco confiable.

Continuando con la segmentación por propósito de viaje. En el modelo 3 se aprecia una mayor sensibilidad al tiempo en el vehículo para viajes de trabajo, seguida por otros propósitos, observándose la menor sensibilidad para viajes con motivo de ocio, i.e. $\beta_t^t < \beta_t^{op} < \beta_t^o$. Esto va en línea de lo esperado (acápites 6.1.3). Sin embargo, en el modelo 4, cuando se combina la segmentación por propósito de viaje e ingresos, no se mantienen

la relación $\beta_t^t < \beta_t^{op} < \beta_t^o$ y los parámetros pierden significancia estadística. Particularmente, β_t^t no resulta significativo al 5%.

De esta forma, la segmentación por ingresos se comporta correctamente en ambos modelos donde fue incorporada (2 y 4), mientras que la segmentación por propósito de viaje solo se comporta bien en el modelo 3.

Tabla 7.1: Estimación Modelos 1, 2, 3 y 4 (datos PR)

Parámetro	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
ASC_{bus}	-0.8237**** (0.1282)	-0.8653**** (0.1307)	-0.8236**** (0.1282)	-0.8640**** (0.1308)
$ASC_{avión}$	-0.9808*** (0.3906)	-0.8476** (0.4041)	-0.9345*** (0.3911)	-0.8647** (0.4070)
ASC_{tren}	-1.8939**** (0.3083)	-1.9466**** (0.3054)	-1.8955**** (0.3079)	-1.9460**** (0.3055)
β_t	-0.0021** (0.001)	-0.0020** (0.0010)	0 (-)	0 (-)
β_t^t	0 (-)	0 (-)	-0.0030** (0.0013)	-0.0017 (0.0012)
β_t^o	0 (-)	0 (-)	-0.0018* (0.0010)	-0.0020* (0.0011)
β_t^{op}	0 (-)	0 (-)	-0.0023* (0.0012)	-0.0022* (0.0013)
β_c	-0.0211**** (0.0058)	0 (-)	-0.0216**** (0.0059)	0 (-)
β_c^b	0 (-)	-0.0578*** (0.0191)	0 (-)	-0.0583*** (0.0194)
β_c^a	0 (-)	-0.0205*** (0.0072)	0 (-)	-0.0208*** (0.0072)
β_c^d	0 (-)	-0.0477*** (0.0170)	0 (-)	-0.0478*** (0.0169)
β_c^{po}	0 (-)	-0.0029 (0.0080)	0 (-)	-0.0018 (0.0084)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%				
N	544	544	544	544
Log-likelihood	-345.50	-335.47	-344.85	-335.38
$\bar{\rho}^2$	0.1070	0.1249	0.1035	0.1200

Se llevan a cabo cuatro pruebas de hipótesis del tipo test de razón de verosimilitud. Esto permite analizar si las mejoras en el ajuste generadas por las segmentaciones corresponden a ganancias significativas desde una perspectiva estadística. Para todas las pruebas se fija un nivel de significancia del 5%.

Los resultados de las pruebas se muestran en la tabla 7.2, donde se indica el modelo restringido e irrestricto en cada caso. Desde la tabla 7.1 se extrae el log-likelihood y cantidad de parámetros de cada modelo, con lo que se calcula el estadístico de prueba ($-2 \cdot [L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$) y los grados de libertad (diferencia entre la cantidad de parámetros de ambos modelos). Haciendo uso de una distribución chi cuadrado y según los grados de libertad de cada prueba, se calcula el p-value asociado. Si este último resulta menor al 5% se rechaza la hipótesis nula, la cual corresponde a que las ganancias en ajuste son estadísticamente significativas.

En definitiva, la tabla 7.2 indica que la hipótesis nula es rechazada en el test 1 y 4, lo cual justifica la inclusión de la segmentación por ingresos. Por otra parte, en el test 2 y 3 no es posible rechazar la hipótesis nula, ya que exhiben altos p-values, de tal forma que no se justifica la inclusión de la segmentación por propósito de viaje.

Tabla 7.2: Tests de razón de verosimilitud para justificar segmentación de ingreso y propósito de viaje

Test de razón de verosimilitud	Modelo Restringido	Modelo Irrestricto	$-2[L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$	Grados de libertad	p-value (%)
1	Modelo 1	Modelo 2	20.06	3	0.016
2	Modelo 1	Modelo 3	1.30	2	52.205
3	Modelo 2	Modelo 4	0.18	2	91.393
4	Modelo 3	Modelo 4	18.94	3	0.028

En definitiva, se opta por seleccionar al modelo 2. El modelo 4 se descarta por la no justificación de la segmentación por propósito de viaje, por la no significancia β_t^t y por no exhibir la relación $\beta_t^t < \beta_t^{op} < \beta_t^o$ entre los parámetros de tiempo en el vehículo.

Si bien el modelo 2 es razonable para modelar la elección modal en viajes interurbanos, el fenómeno podría estar influido por otros factores adicionales al tiempo en el vehículo y costo por persona. Por esta razón, se toma como base el modelo 2 y se incorporan las características del grupo de viaje que fueron recabadas en el experimento PR. Para esto, en una primera instancia se estima el modelo 5, el cual incorpora todas las variables indicadas en el acápite 6.1.5: tamaño de grupo (β_{tg}), disponibilidad de auto en el hogar (β_{adh}), menores (β_{meno}), equipaje (β_{equi}), asiento salón cama en bus (β_{sc}), viaje planificado con anticipación (β_{anti}).

La estimación del modelo 5 se muestra en la tabla 7.3, desde donde se observa que β_{tg} , β_{adh} y β_{equi} resultan significativas y acorde a lo esperado. β_{meno} resulta significativa, pero no acorde a lo esperado. β_{anti} resulta acorde a lo esperado, pero no significativa. Mientras que β_{sc} no resulta ni significativa ni acorde a lo esperado.

Dado los resultados del modelo 5, se decide estimar un nuevo modelo, el cual toma como base el modelo 5, pero elimina las características del viaje que no resultaron significativas o acordes con lo esperado. Este corresponde al modelo 6 y su estimación se muestra en la tabla 7.3, desde donde se observa que β_{tg} , β_{adh} y β_{equi} resultan acorde a lo esperado. β_{equi} no resulta significativa, pero su t-est contra cero (calculado como estimador puntual sobre error estándar) es de 1.58, lo cual se asocia a un p-value de 5.7%, lo cual se considera aceptable para mantener esta variable en el modelo.

Análogo a lo hecho anteriormente, se realizan tres tests de razón de verosimilitud, para justificar la inclusión de las características del viaje, los cuales se resumen en la tabla 7.4. El test 5 busca justificar la inclusión de las seis variables en el modelo 2 y así validar el modelo 5. El test 6 busca justificar la inclusión de β_{tg} , β_{adh} y β_{equi} en el modelo 2 y así validar el modelo 6. Por último, el test 7 busca justificar la inclusión de β_{meno} , β_{sc} y β_{anti} en el modelo 6 y así validar el modelo 5.

En definitiva, se tiene que el test 5 justifica la inclusión de las seis variables en el modelo 2, mientras que el test 6 indica que también hay ganancia significativa en el ajuste incluyendo tan solo a β_{tg} , β_{adh} y β_{equi} . Por su parte, el test 7 indica que una vez que agregamos β_{tg} , β_{adh} y β_{equi} , no se justifica incluir las otras tres. Por lo tanto, los resultados de los test validan el uso del modelo 6 en desmedro del 5.

En base a los análisis realizados, se escogen el modelo 2 y el 6. Su única diferencia radica en que el modelo 6 posee tres variables adicionales que representan características del viaje, mientras que el modelo 2 se acota solamente a las variables de tiempo en el vehículo y costo por persona.

Tabla 7.3: Estimación Modelos 5 y 6 (datos PR)

Parámetro	Modelo 5	Modelo 6
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0 (-)	0 (-)
ASC_{bus}	-0.8653**** (0.1307)	-0.8653**** (0.1307)
$ASC_{avión}$	-0.8476** (0.4041)	-0.8476** (0.4041)
ASC_{tren}	-1.9466**** (0.3054)	-1.9466**** (0.3054)
β_t	-0.0020** (0.0010)	-0.0020** (0.0010)
β_c^b	-0.0578*** (0.0191)	-0.0578*** (0.0191)
β_c^a	-0.0205*** (0.0072)	-0.0205*** (0.0072)
β_c^d	-0.0477*** (0.0170)	-0.0477*** (0.0170)
β_c^{po}	-0.0029 (0.0080)	-0.0029 (0.0080)
β_{tg}	0.4492**** (0.1431)	0.3212*** (0.1220)
β_{adh}	0.6533** (0.2869)	0.5978** (0.2890)
β_{meno}	-1.0774*** (0.4348)	0 (-)
β_{equi}	0.4563* (0.2568)	0.3939 (0.2491)
β_{sc}	-0.0914 (0.2332)	0 (-)
β_{anti}	0.2247 (0.4558)	0 (-)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%		
N	544	544
Log-likelihood	-321.47	-325.11
$\bar{\rho}^2$	0.1455	0.1436

Tabla 7.4: Tests de razón de verosimilitud para justificar inclusión de características del viaje

Test de razón de verosimilitud	Modelo Restringido	Modelo Irrestringido	$-2[L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$	Grados de libertad	p-value (%)
5	Modelo 2	Modelo 5	28.16	6	0.009
6	Modelo 2	Modelo 6	20.72	3	0.012
7	Modelo 6	Modelo 5	7.44	3	5.912

7.2. Estimación de Modelos

A continuación, se muestran las estimaciones de los modelos 2 y 6, las cuales se realizan de manera diferenciada por tipo de experimento. Lo respectivo al modelo 2 se muestra en la tabla 7.5, mientras que lo referente al modelo 6 en la tabla 7.6. En ambas tablas se tiene que la primera columna muestra los resultados del experimento PR, los cuales ya fueron analizados en el acápite 7.1. En la segunda columna se muestra lo referente a los experimentos PD. Por último, en la tercera y cuarta columna se presenta lo asociado a los experimentos SP-off-RP sin y con corrección de endogeneidad, respectivamente.

Analizando las estimaciones de ambos modelos (2 y 6), se aprecia que la mayoría de los parámetros asociados a variables de tiempo o costo resultaron negativos y significativos al menos al 5% transversalmente entre experimentos. La excepción es β_c^{po} (parámetro del costo del estrato “paga otro”) de la estimación PR para ambos modelos. Por su parte, se ve que las constantes específicas de las alternativas, cuyo rol es capturar el efecto promedio de factores no observados, no son significativas. Esto último no es de preocupación, ya que el interés del trabajo es obtener estimaciones confiables del VST, lo cual depende de la significancia de los parámetros asociados a tiempo y costo.

Respecto a las estimaciones PD, SP-off-RP y SP-off-RP corregido, en ambos modelos se observa una correcta relación entre los parámetros del costo de ingresos bajos y altos, i.e. $\beta_c^b < \beta_c^a$. Sin embargo, β_c^d resultó ser menor a β_c^b , reflejando una menor sensibilidad al costo para ingresos desconocidos que para altos, lo cual se aleja de lo obtenido en PR. Por otra parte, β_c^{po} pudo ser estimada de manera significativa con el signo adecuado y una magnitud acorde a los parámetros de costo de los otros estratos.

Respecto a las características del viaje, en las estimaciones PD, SP-off-RP y SP-off-RP corregido del modelo 6, β_{tg} resultó significativa y con el signo esperado, mientras que β_{adh} y β_{equi} poco significativas y en ocasiones con el signo contrario al esperado. Esto último puede deberse a que el encuestado no tomó en cuenta su disponibilidad de

automóvil en el hogar o el equipaje al momento de responder a los experimentos de elección, ya que no estaban explícitamente en los perfiles de los experimentos de elección. Por su parte, el tamaño de grupo sí estaba visible en los perfiles desplegados, lo cual pudo haber ayudado a que se tomara en cuenta y con ello resultara significativa en estas estimaciones.

Como se indicó en el acápite 6.1.6, para las estimaciones PD, SP-off-RP y SP-off-RP corregido se incluyó la variable inercia. En ambos modelos se aprecia que β_{ine} resultó significativa y con el signo esperado en todos los casos. Esto va en la línea con lo reportado en la literatura, la cual recomienda controlar por este efecto.

En el caso particular de la estimación SP-off-RP corregido se incluyen los parámetros β_t^{res} y β_c^{res} , los cuales cumplen el rol de corregir la endogeneidad generada por el diseño experimental. Se observa que β_c^{res} es significativo en ambos modelos, pero no ocurre lo mismo con β_t^{res} , lo que indicaría presencia de endogeneidad asociada a la variable de costo, pero no a la de tiempo. Esto puede deberse a que el diseño utilizado en SP-off-RP siempre variaba el atributo del costo, pero el del tiempo solo en algunas ocasiones decididas aleatoriamente.

Tabla 7.5: Estimación Modelo 2 con datos PR, PD y SP-off RP

Parámetro	PR	PD	SP-off-RP	SP-off-RP Corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
ASC_{bus}	-0.8653**** (0.1307)	-0.3261*** (0.1116)	-0.5016**** (0.1133)	-0.6349**** (0.1191)
$ASC_{avión}$	-0.8476** (0.4041)	0.1496 (0.3416)	-0.0587 (0.3763)	-0.0008 (0.4022)
ASC_{tren}	-1.9466**** (0.3054)	-0.2441 (0.2039)	0.2737 (0.2448)	0.04 (0.2503)
β_t	-0.002** (0.001)	-0.0024*** (0.0009)	-0.0025*** (0.001)	-0.0025*** (0.001)
β_c^b	-0.0578*** (0.0191)	-0.053**** (0.0085)	-0.0713**** (0.0147)	-0.077**** (0.0141)
β_c^a	-0.0205*** (0.0072)	-0.0447**** (0.0047)	-0.0295**** (0.0077)	-0.0381**** (0.0079)
β_c^d	-0.0477*** (0.017)	-0.035**** (0.0088)	-0.0282*** (0.0116)	-0.035*** (0.0125)
β_c^{po}	-0.0029 (0.008)	-0.0402**** (0.0067)	-0.0346**** (0.01)	-0.0432**** (0.0103)
β_{ine}	0 (-)	0.8705**** (0.0775)	0.4888**** (0.0866)	0.2417* (0.1249)
β_t^{res}	0 (-)	0 (-)	0 (-)	-0.0032 (0.0031)
β_c^{res}	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0.0346**** (0.0091)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%				
N	544	2176	2176	2176
Log-likelihood	-335.47	-1212.78	-1370.18	-1351.36
$\bar{\rho}^2$	0.1249	0.2218	0.1215	0.1322

Tabla 7.6: Estimación Modelo 6 con datos PR, PD y SP-off RP

Parámetro	PR	PD	SP-off-RP	SP-off-RP Corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0000 (-)
ASC_{bus}	0.0025 (0.2439)	0.0761 (0.1765)	-0.1246 (0.1933)	-0.2748 (0.1964)
$ASC_{avión}$	-0.0321 (0.4494)	0.4252 (0.3544)	0.1995(0.404)	0.2169 (0.4195)
ASC_{tren}	-1.1091*** (0.3635)	0.1175 (0.2294)	0.5971** (0.2694)	0.358 (0.2776)
β_t	-0.0018* (0.001)	-0.0022*** (0.0009)	-0.0024*** (0.001)	-0.0026*** (0.001)
β_c^b	-0.0475*** (0.0172)	-0.0469**** (0.008)	-0.0653**** (0.0144)	-0.0711**** (0.0139)
β_c^a	-0.0138* (0.0071)	-0.0391**** (0.0046)	-0.0244**** (0.0076)	-0.033**** (0.0079)
β_c^d	-0.0397*** (0.0161)	-0.0306**** (0.0084)	-0.0238** (0.0118)	-0.0303*** (0.0127)
β_c^{po}	0.0019 (0.0087)	-0.0353**** (0.0065)	-0.0305**** (0.0095)	-0.0388**** (0.0099)
β_{tg}	0.3212*** (0.122)	0.2455*** (0.0837)	0.2444*** (0.0934)	0.2231*** (0.0922)
β_{adh}	0.5978** (0.289)	0.1035 (0.2254)	-0.2144 (0.2221)	-0.1675 (0.2211)
β_{equi}	0.3939 (0.2491)	-0.0828 (0.1886)	0.0724 (0.2027)	0.065 (0.2012)
β_{ine}	0.0000 (-)	0.8235**** (0.0795)	0.4024**** (0.0941)	0.1719 (0.1299)
β_t^{res}	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0000 (-)	-0.0025 (0.0031)
β_c^{res}	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0315**** (0.0089)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%				
N	544	2176	2176	2176
Log-likelihood	-325.11	-1201.21	-1355.33	-1339.52
$\bar{\rho}^2$	0.1436	0.2272	0.1290	0.1378

7.3. Estimación del Valor subjetivo del Tiempo

Desde las estimaciones de los modelos 2 y 6, es posible desprender cuatro valores subjetivos del tiempo (VST), uno para cada estrato de ingreso definido. En la tabla 7.7 y 7.8 se muestran los resultados para el modelo 2 y 6, respectivamente. En estas tablas, además de la estimación puntual, se presenta el error estándar, el cual se calculó de acuerdo con lo indicado en el acápite 6.2.1, lo cual permite determinar la significancia estadística de los VST.

Inspeccionando los valores obtenidos, en ambos modelos se descartan los VST de PR para el estrato paga otro. Esto se debe a que en el modelo A, se tiene un error estándar excesivamente alto. Por su parte, en el modelo 6 se tiene un valor negativo, lo cual lo invalida directamente. La mayoría de los valores restantes exhiben significancia estadística de al menos 5%, excepto aquellos para ingresos bajos, altos y desconocidos de la estimación PR en el modelo 6. A pesar de esto, los errores estándar en estos casos se encuentran en un rango aceptable, por lo que se mantienen como válidos.

De esta forma, se aprecia que los VST considerados como válidos varían dentro del rango de los 2,000 y 8,000 (CLP/h/persona). Con el fin de corroborar que este rango sea razonable, se revisa el estudio (EBC Ingeniería, 2012), en el cual se modeló la elección modal para viajes interurbanos y se obtuvieron estimaciones para el VST. Empleando un modelo logit multinomial, el estudio citado reporta un VST de 5,352 (CLP/h/persona) para temporada normal y de 7,143 (CLP/h/persona) para temporada de verano. Los valores indicados corresponden a un promedio ponderado de los VST en base a la distribución de ingreso de la muestra utilizada. Realizando una simple contrastación de los resultados de EBC con los del presente trabajo, se aprecia similitud en el rango de valores y órdenes de magnitud, de tal forma que los VST obtenidos se consideran razonables y válidos.

Tabla 7.7: Valor Subjetivo del Tiempo Modelo 2 (CLP/h/persona)

	<i>PR</i>	<i>PD</i>	<i>SP-off-RP</i>	<i>SP-off-RP Corregido</i>
<i>Estrato de Ingreso</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>
Bajo	2,061* (1,229)	2,739*** (1,124)	2,043*** (882)	1,960*** (841)
Alto	5,799* (3,283)	3,244*** (1,264)	5,014** (2,208)	3,963** (1,705)
Desconocido	2,494* (1,413)	4,153** (1,869)	5,239* (2,813)	4,308** (2,157)
Paga otro	41,238 (114,805)	3,611*** (1,484)	4,274** (2,080)	3,488** (1,640)
p-value: * <5%, ** <2.5%, *** <1%, **** <0.1%				

Tabla 7.8: Valor Subjetivo del Tiempo Modelo 6 (CLP/h/persona)

	<i>PR</i>	<i>PD</i>	<i>SP-off-RP</i>	<i>SP-off-RP Corregido</i>
<i>Estrato de Ingreso</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>	<i>Estimación (error est. rob.)</i>
Bajo	2,264 (1,457)	2,823*** (1,188)	2,243** (986)	2,154*** (909)
Alto	7,809 (5,560)	3,390*** (1,297)	6,001** (2,905)	4,649** (2034)
Desconocido	2,707 (1,717)	4,333** (2,105)	6,153* (3,704)	5,062* (2,710)
Paga otro	-55,546 (254,099)	3,749*** (1,603)	4,812** (2,436)	3,947** (1,849)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%				

Haciendo uso de los errores estándar calculados para cada VST, se construyen intervalos de confianza al 90%, los cuales se muestran desde la figura 7.1 a la 7.8. Mediante estas figura es posible analizar gráficamente las diferencias entre los experimentos PR, PD y SP-off-RP. Para esto, se asumen las estimaciones PR como los valores reales (libres de sesgo hipotético) y de esta forma sirven como punto de comparación para evaluar informalmente el sesgo hipotético en los experimentos PD y SP-off-RP.

En la figura 7.1 y 7.2 se muestra el VST para ingresos bajos del modelo 2 y 6, respectivamente. En ambas se observa que PD sobrestima el VST (un 32% en el modelo 2 y un 25% en el 6), lo cual se podría interpretar como que las personas de bajos ingresos sobrestiman su restricción presupuestaria o subestiman su restricción de tiempo cuando responden experimentos de elección. Por su parte, SP-off-RP (sin y con corrección de endogeneidad) entrega un VST similar al de PR en ambos modelos. Esto podría ser un indicio de un efecto de corrección del sesgo hipotético, atribuible al diseño experimental SP-off-RP.

En el caso de ingresos altos, en las figuras 7.3 y 7.4, se observa que PD subestima el VST (un 44% en el modelo 2 y un 56% en el 6). Esto va en línea con lo reportado en otros estudios, tales como (Brownstone and Small, 2005) y (Fifer, Rose and Greaves, 2014), donde se obtuvo que el VST de PD era cercano a la mitad del de PR. Las interpretaciones en este caso son contrarias a la hechas para estratos bajos, ya que en este caso el resultado se debería a una subestimación de la restricción presupuestaria o sobrestimación de la restricción del tiempo. Con respecto a SP-off-RP (sin y con corrección de endogeneidad), también se observa una subestimación del VST, pero se aprecia que esta es menor a la exhibida por PD. Esto daría cuenta de un efecto de corrección parcial que apunta en la dirección correcta.

Para ingresos desconocidos, en las figuras 7.5 y 7.6, se observa que PD sobrestima el VST (un 67% en el modelo 2 y un 60% en el 6), lo cual es análogo a lo exhibido para ingresos bajos, por lo que se interpreta de la misma forma. Por su parte, SP-off-RP exhibe una sobrestimación mayor que PD cuando no se corrige la endogeneidad, mientras que se observa una sobrestimación similar a la de PD cuando se corrige la endogeneidad. En este estrato, no se tendrían indicios de un efecto de corrección del sesgo hipotético por parte de SP-off-RP. Sin embargo, cabe preguntarse sobre la validez de las observaciones de quienes decidieron no declarar sus ingresos. Una explicación podría ser que no lo hicieron debido a que no se tomaron el experimento con seriedad, lo cual levanta sospechas y quita confiabilidad a las respuestas entregadas por estas personas en el experimento PR y los experimentos de elección. Dado esto, serían más fiables las conclusiones que pueden extraerse desde los otros estratos de ingreso.

En el caso del estrato paga otro, como se mencionó al inicio del presente acápite, los VST de PR fueron descartados y por eso no son mostrados en las figuras 7.7 y 7.8. De esta forma, no es posible analizar gráficamente el sesgo hipotético en este caso. Sin embargo, se puede apreciar que las estimaciones PD y SP-off-RP corregido resultan similares en ambos modelos. De esta forma, si existiera sesgo hipotético, SP-off-RP no presentó efectos respecto a PD.

Siguiendo con el estrato paga otro, vale añadir que, en términos de magnitud los VST resultaron similares a los de otros estratos. En PD se obtuvo un valor levemente mayor al de ingresos altos, mientras que el valor de SP-off-RP estuvo entre aquellos de ingresos bajos y altos. En base a supuestos previos, se creía que el VST en este caso sería mayor al de aquellos que financian su viaje, ya que usualmente representa situaciones donde el viaje lo financia la empresa al trabajador, los padres al estudiante, entre otros. De esta forma, quien financia el viaje se caracteriza por poseer un mayor presupuesto que el encuestado, con lo que se eligen alternativas más caras (y rápidas), con lo que se verifican mayores VST. Sin embargo, los resultados indicarían que los encuestados no supusieron un contexto idéntico al de su último viaje y en lugar de ello plasmaron su VST propio en los experimentos de elección. Esto no parece extraño, ya que el ejercicio de abstracción en estos casos puede resultar cognitivamente complejo, lo cual daría indicios de sesgo hipotético en una dimensión más allá del mero análisis a través de los VST.

En definitiva, se tiene que la dirección del sesgo hipotético en el VST varía dependiendo del estrato de ingreso. Llama la atención que los ingresos bajos estarían sobrestimando su restricción presupuestaria, mientras que los ingresos altos la estarían subestimando. Se podría conjeturar que, para los experimentos de elección del presente trabajo, las personas asumieron una restricción presupuestaria media independiente del estrato de ingreso. Esta se ubicaría en un punto intermedio entre las restricciones

presupuestarias de ingresos altos y bajos, con lo que se reproducirían los resultados presentados.

Respecto al efecto de corrección de SP-off-RP, se obtuvo una dirección correcta para este en los ingresos bajos y altos, lo cual es satisfactorio, ya que son los estratos cuyas observaciones se asumen como más confiables. Por otra parte, en ingresos desconocidos y paga otro, no existiría efecto de corrección, lo cual se puede atribuir a que estos estratos no poseen un tamaño muestral suficiente o un mal desarrollo del experimento por parte de estos encuestados.

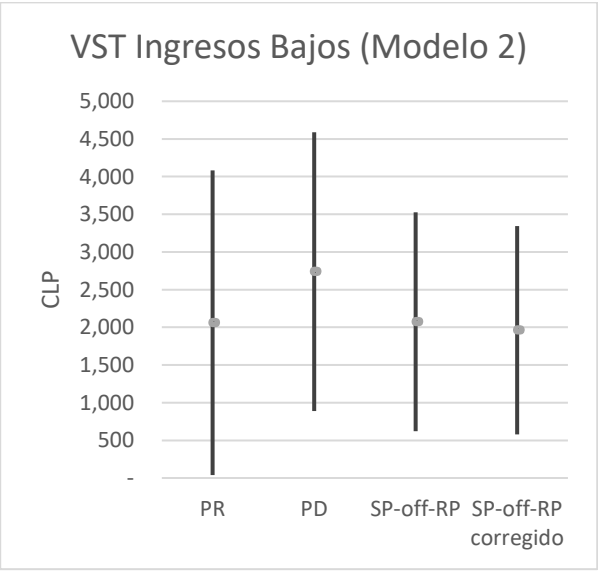


Figura 7.1: Intervalos de Confianza VST Ingresos Bajos (Modelo 2)

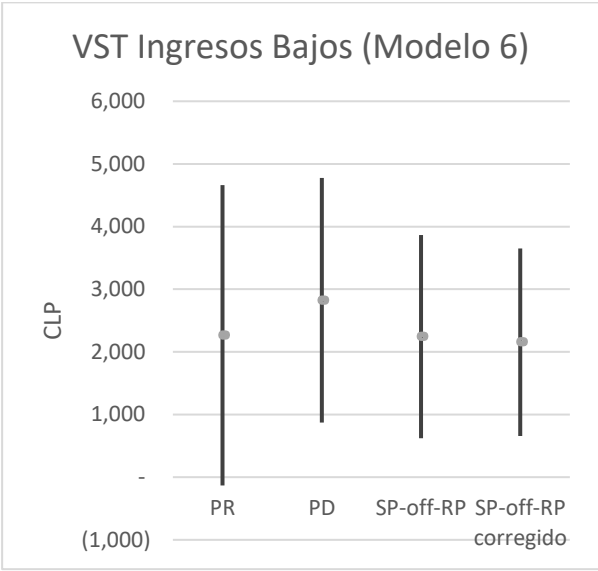


Figura 7.2: Intervalos de Confianza VST Ingresos Bajos (Modelo 6)

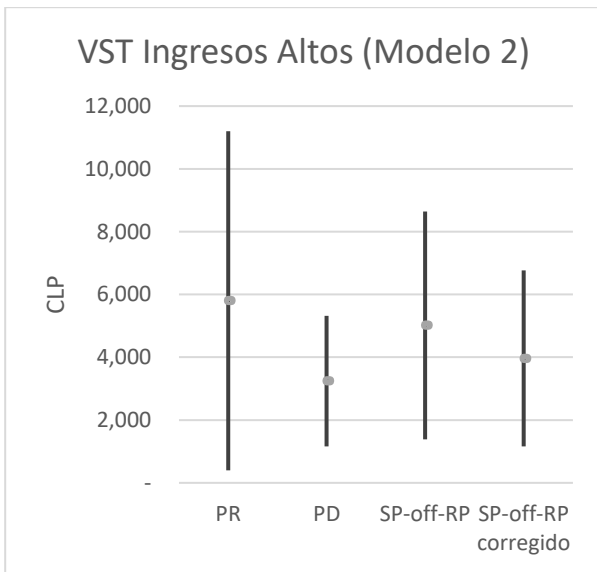


Figura 7.3: Intervalos de Confianza VST Ingresos Altos (Modelo 2)

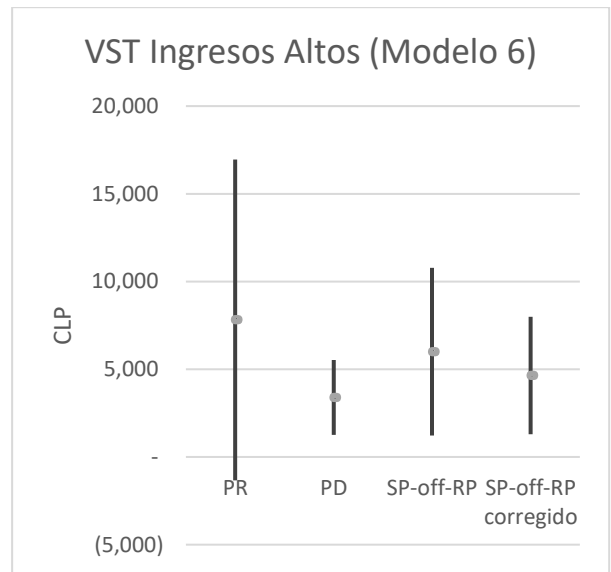


Figura 7.4: Intervalos de Confianza VST Ingresos Altos (Modelo 6)

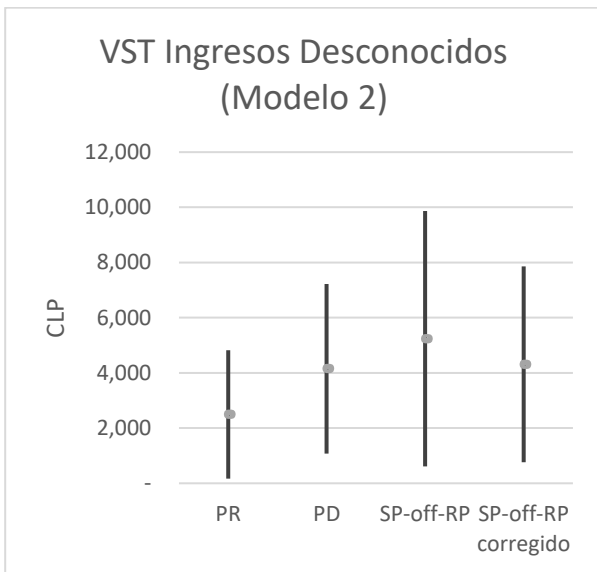


Figura 7.5: Intervalos de Confianza VST Ingresos Desconocidos (Modelo 2)

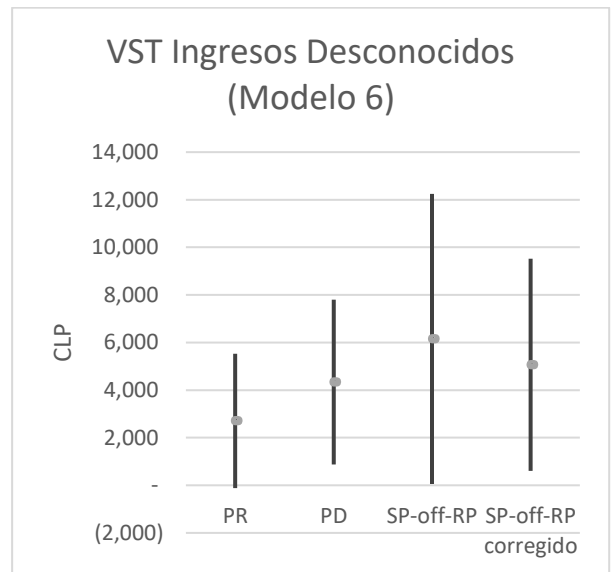


Figura 7.6: Intervalos de Confianza VST Ingresos Desconocidos (Modelo 6)

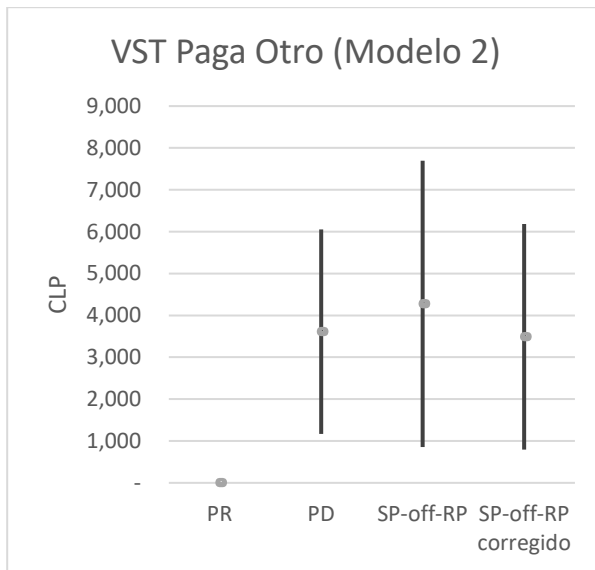


Figura 7.7: Intervalos de Confianza VST Paga Otro (Modelo 2)

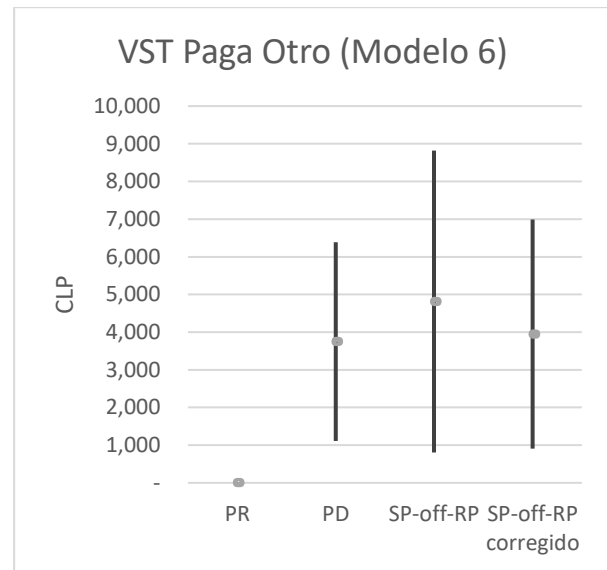


Figura 7.8: Intervalos de Confianza VST Paga Otro (Modelo 6)

7.4. Test de Razón de Verosimilitud

Mediante el análisis de los VST realizado en el acápite 7.3, se pudo evaluar de manera informal la existencia de sesgo hipotético y si SP-off-RP presentaba algún efecto de corrección. Sin embargo, para extraer conclusiones formales es necesario emplear pruebas estadísticas. Por esta razón, se llevan a cabo los tests de razón de verosimilitud descritos en el acápite 6.2.2. Para todos estos se establece un nivel de significancia del 5%, por lo que la hipótesis nula es rechazada si se el p-value es menor a dicho valor. Las estimaciones completas de los modelos restringidos para estos test se muestran en el anexo D.

En la tabla 7.13 se muestran los resultados de las pruebas efectuadas para el modelo 2, en donde se tiene que la hipótesis nula es rechazada para el test que compara PR y PD, lo cual se interpreta como existencia de sesgo hipotético en los experimentos PD. Por su parte, no se puede rechazar la hipótesis nula en el test que compara PR y SP-off-RP corregido, de tal forma que no hay evidencia para afirmar que las preferencias PR difieran de las SP-off-RP y por ende que exista sesgo hipotético en los experimentos SP-off-RP. Por último, se rechaza la hipótesis nula en el test que compara PD y SP-off-RP, con lo que se corroboran preferencias distintas entre los dos tipos de experimentos de elección, lo cual se atribuye a la diferencia en diseño experimental utilizado para cada uno. Vale decir que para β_c^{po} se utilizaron parámetros específicos por tipo de experimento, ya que su estimación en PR no resultó significativa y se dejó libre en todos los casos para que no influya en las conclusiones de las pruebas.

Tabla 7.13: Tests de razón de verosimilitud Modelo 2

Test de razón de verosimilitud	$L_R(\hat{\theta})$	$L_U(\hat{\theta})$	$-2[L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$	Grados de libertad	p-value (%)
PR vs PD	-1,552.97	-1,548.25	9.44	3	2.398
PR vs SP-off-RP corregido	-1,688.76	-1,686.83	3.86	3	27.698
PD vs SP-off-RP corregido	-2,586.39	-2,564.14	44.5	4	<0.001

En la tabla 7.14 se muestran los resultados de las pruebas efectuadas para el modelo 6. La hipótesis nula es rechazada en los tres test. Esto indicaría existencia de sesgo hipotético tanto en los experimentos PD como en los SP-off-RP y también que las preferencias en los dos tipos de experimentos de elección difieren. Sin embargo, vale notar que el modelo 6 incluye variables que fueron incluidas solo con el fin de mejorar la modelación PR, pero que no se ajustan adecuadamente a los modelos PD y SP-off-RP. Esto podría estar afectando los resultados. Por esta razón, se decide repetir los tests de la tabla 7.14, pero utilizando parámetros específicos por tipo de experimento para aquellos asociados a las variables tamaño de grupo, disponibilidad de auto en el hogar y equipaje. De esta forma, el resultado en estos nuevos tests de razón de verosimilitud se atribuye exclusivamente a los parámetros que se impusieron a ser iguales en el modelo restringido, los cuales son β_t , β_c^b , β_c^a y β_c^d (β_c^{p0} continúa siendo específico por tipo de experimento al no ser significativo en PR).

Haciendo el ajuste indicado en el párrafo anterior, los resultados de los test para el modelo 6 se muestran en la tabla 7.15. Se observa que se recuperan las conclusiones obtenidas mediante las pruebas hechas para el modelo 2 (tabla 7.13), ya que se rechaza la hipótesis nula para el test PR vs PD y PD vs SP-off-RP (p-value menor a 5%), mientras que no es posible rechazarla para la prueba PR vs SP-off-RP. De esta forma, utilizando el modelo 6 y tomando exclusivamente las preferencias asociadas a tiempo y costo, las pruebas corroboran la existencia de sesgo hipotético en PD, que no hay evidencia para afirmar que lo haya en experimentos SP-off-RP y que sí cambian entre PD y SP-off-RP. De esta manera, el presente análisis corrobora las hipótesis de trabajo planteadas a priori.

Tabla 7.14: Tests de razón de verosimilitud Modelo 6

Test de razón de verosimilitud	$L_R(\hat{\theta})$	$L_U(\hat{\theta})$	$-2[L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$	Grados de libertad	p-value (%)
PR vs PD	-1535.38	-1526.32	18.12	6	0.594
PR vs SP-off-RP corregido	-1672.23	-1664.63	15.2	6	1.876
PD vs SP-off-RP corregido	-2566.4	-2540.73	51.34	7	<0.001

Tabla 7.15: Tests de razón de verosimilitud Modelo 6 (restringiendo solo β_t , β_c^b , β_c^a y β_c^d)

Test de razón de verosimilitud	$L_R(\hat{\theta})$	$L_U(\hat{\theta})$	$-2[L_R(\hat{\theta}) - L_U(\hat{\theta})]$	Grados de libertad	p-value (%)
PR vs PD	-1530.73	-1526.32	8.82	3	3.178
PR vs SP-off-RP corregido	-1666.56	-1664.63	3.86	3	27.698
PD vs SP-off-RP corregido	-2564.5	-2540.73	47.54	4	<0.001

7.5. Resultados Cheap Talk

Para analizar el efecto del cheap talk se emplea la metodología descrita en el acápite 6.2.3, la cual se aplica tanto sobre el modelo 2 como el 6.

En una primera instancia, se adopta el enfoque de la ecuación 6.7 (acápites 6.2.3), mediante lo cual se captura el efecto del cheap talk a través de un parámetro del tiempo adicional (β_t^{ct}), el cual se integra a la utilidad sistemática de los modelos 2 y 6 reemplazando β_t por $(\beta_t + \beta_t^{ct} \cdot 1_n^{ct})$. Se recuerda que 1_n^{ct} vale 1 si n se vio expuesto a cheap talk y 0 en otro caso. De esta forma, el VST para un individuo n que le fue aplicado

el método se calcula mediante $(\beta_t + \beta_t^{ct})/\beta_c^g$, donde g es el estrato de ingreso de n . De esta forma, si β_t^{ct} es negativo, entonces cheap talk aumenta el VST. De acuerdo con los resultados del acápite 7.3, esto sería deseable para ingresos altos.

Se aplica lo descrito en el párrafo anterior, para lo cual se estiman ambos modelos haciendo uso de los datos PD y SP-off-RP, con lo que se obtienen los valores para β_t^{ct} mostrados en la tabla 7.16. Los parámetros restantes pueden revisarse en el anexo E, donde se aprecia que los modelos continúan comportándose de acuerdo con lo exhibido en las tablas 7.9 y 7.10.

De la tabla 7.16 se observa que el efecto del cheap talk no resultó significativo en ningún caso. Sin embargo, al analizar los estimadores puntuales, estos resultaron menores a cero, lo cual tendría un efecto en la dirección correcta para ingresos altos, pero en la dirección incorrecta para ingresos bajos y desconocidos.

Tabla 7.16: Efecto cheap talk a través de β_t^{ct}

	Modelo	β_t^{ct} (error est. rob.)
PD	2	-0.00034 (0.00069)
	6	-0.00032 (0.00066)
SP-off-RP	2	-0.00048 (0.00067)
	6	-0.00057 (0.00066)
SP-off-RP corregido	2	-0.00035 (0.00068)
	6	-0.00041 (0.00066)
p-value: * < 5%, ** < 2.5%, *** < 1%, **** < 0.1%		

Es fácil notar que como β_t^{ct} no depende del estrato de ingreso su potencial efecto de corrección solo podría indicar una única dirección (corregir la subestimación o la sobrestimación del VST). Sin embargo, como se observó en el acápite 7.3, se tiene que la dirección del sesgo hipotético cambia según el estrato de ingreso. Por esta razón, se procede a implementar el enfoque descrito en la ecuación 6.8 (acápites 6.2.3), para lo cual se utilizan parámetros de costo adicionales que son específicos por estrato de ingreso ($\beta_c^{b,ct}, \beta_c^{a,ct}, \beta_c^{d,ct}, \beta_c^{po,ct}$). Estos se integran a la utilidad sistemática reemplazando $\beta_c^{g,ct}$ por $(\beta_c^g + \beta_c^{g,ct} \cdot 1_n^{ct})$ para todos los estratos de ingreso g . el VST para un individuo n del estrato de ingreso g que le fue aplicado cheap talk se calcula mediante $\beta_t/(\beta_c^g + \beta_c^{g,ct})$. Entonces, si $\beta_c^{g,ct}$ es negativo, cheap talk reduce el VST, lo cual es deseable para

ingresos bajos y desconocidos. En cambio, un $\beta_c^{g,ct}$ positivo aumenta el VST, lo cual es deseable para ingresos altos.

Se realizan las estimaciones de los modelos A y B mediante los datos PD y SP-off-RP, obteniéndose los valores de $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$ mostrados en la tabla 7.17. (Los parámetros restantes pueden revisarse en el anexo E).

En la tabla 7.17 se observa que $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$ y $\beta_c^{d,ct}$ no fueron significativos, pero que sí lo fue para $\beta_c^{po,ct}$. Analizando los signos, en PD se obtienen los signos opuestos a los deseables para ingresos bajos, altos y desconocidos. En el caso de SP-off-RP (sin y con corrección), se tienen los signos opuestos para ingresos altos y desconocidos, pero correctos para ingresos bajos. Respecto al estrato paga otro, se observan efectos significativos de signo positivo que aumentarían el VST, sin embargo no se tiene un punto de comparación confiable para decir si esta sería la dirección correcta.

Tabla 7.17: Efecto cheap talk a través de $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$

	Modelo	$\beta_c^{b,ct}$ (error est. rob.)	$\beta_c^{a,ct}$ (error est. rob.)	$\beta_c^{d,ct}$ (error est. rob.)	$\beta_c^{po,ct}$ (error est. rob.)
PD	A	0.00522 (0.01491)	-0.0093 (0.00732)	0.02045 (0.0204)	0.02723* (0.01572)
	B	0.00546 (0.01352)	-0.00974 (0.0067)	0.01932 (0.01952)	0.02674* (0.01505)
SP-off-RP	A	-0.01025 (0.02705)	-0.00496 (0.01239)	0.03001 (0.0233)	0.04642*** (0.01874)
	B	-0.0105 (0.02629)	-0.00554 (0.01148)	0.02893 (0.02328)	0.04391*** (0.01817)
SP-off-RP corregido	A	-0.00879 (0.02558)	-0.00545 (0.01208)	0.03434 (0.02425)	0.04612*** (0.01898)
	B	-0.00904 (0.02502)	-0.00637 (0.01126)	0.03355 (0.02421)	0.04361*** (0.01846)
p-value: * <5%, ** <2.5%, *** <1%, **** <0.1%					

Los dos análisis mostrados en las tablas 7.16 y 7.17 consideran a toda persona que se le presentó el cheap talk. Sin embargo, muchos de estos pudieron no haber leído el texto con detenimiento y con ello no interiorizar ni ejecutar lo que ahí se pedía. El tiempo que cada encuestado estuvo frente al cheap talk es un dato que fue registrado. De esta manera, se hace una selección y se considera que el método fue aplicado solo a quienes dedicaron entre 15 a 60 segundos a la página en donde el texto se presentaba.

Entonces se repiten las metodologías para analizar el cheap talk recién expuestas, pero empleando el criterio de selección. De esta forma, ahora la variable 1_n^{ct} vale 1 si el encuestado dedico entre 15 a 60 segundos al cheap talk. Los resultados se muestran en

las tablas 7.18 y 7.19, las cuales son análogas a las tablas 7.16 y 7.17, respectivamente. En estas tablas se observa que en ningún caso los efectos resultaron significativos. β_t^{ct} da con signo positivo, lo cual contradice lo observado para la tabla 7.16, de forma que la selección de la muestra cambiaría la dirección en que corrige el cheap talk.

Con respecto a la tabla 7.19, se mantienen los signos de la tabla 7.18, con las excepciones de β_c^b de PD en ambos modelos y β_c^{po} de PD en el modelo 2. Con esto ahora se tendría el signo deseable para ingresos bajos en PD.

En definitiva, a pesar del análisis realizado, la significancia de los parámetros no permite sacar conclusiones sobre algún efecto que pudo haber tenido el método cheap talk. El cambio abrupto de los parámetros β_t^{ct} al seleccionar la muestra y la escasa sistematización que se puede hacer de los resultados, agregan mayor incertidumbre. En base al análisis llevado a cabo, no se puede concluir si el cheap talk tuvo un efecto en reducir el sesgo hipotético. Se podría atribuir que la forma de aplicación mediante un texto podría no haber concientizado al encuestado en la manera que se buscaba y solo pasó como una página sin importancia dentro de la encuesta.

Tabla 7.18: Efecto cheap talk a través de β_t^{ct}
(Individuos con un tiempo entre 15 a 60 segundos frente al cheap talk)

	Modelo	β_t^{ct} (error est. rob.)
PD	2	0.00051 (0.00066)
	6	0.0005 (0.00063)
SP-off-RP	2	0.00042 (0.00066)
	6	0.00032 (0.00066)
SP-off-RP corregido	2	0.00061 (0.00068)
	6	0.00053 (0.00067)
p-value: * <5%, ** <2.5%, *** <1%, **** <0.1%		

Tabla 7.19: Efecto cheap talk a través de $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$
(Individuos con un tiempo entre 15 a 60 segundos frente al cheap talk)

	Modelo	$\beta_c^{b,ct}$ (error est. rob.)	$\beta_c^{a,ct}$ (error est. rob.)	$\beta_c^{d,ct}$ (error est. rob.)	$\beta_c^{po,ct}$ (error est. rob.)
PD	2	-0.02664 (0.01884)	-0.00645 (0.0075)	0.00681 (0.01641)	-0.00074 (0.01351)
	6	-0.02496 (0.0167)	-0.00689 (0.00692)	0.00565 (0.01579)	0.00086 (0.01315)
SP-off-RP	2	-0.01813 (0.02926)	-0.00232 (0.01304)	0.01225 (0.02207)	0.00625 (0.01469)
	6	-0.02113 (0.02894)	-0.00292 (0.01188)	0.01081 (0.02203)	0.00658 (0.01341)
SP-off-RP corregido	2	-0.01623 (0.02751)	-0.00311 (0.01272)	0.00837 (0.02326)	0.00685 (0.01496)
	6	-0.01913 (0.02738)	-0.00404 (0.01188)	0.00636 (0.02324)	0.00687 (0.01379)
p-value: * < 5%, ** < 2.5%, *** < 1%, **** < 0.1%					

7.6. Desempeño en Predicciones

A continuación se muestran los resultados del desempeño en predicciones fuera de muestra, los cuales se obtuvieron desarrollando la metodología descrita en el acápite 6.2.4. Esta fue aplicada tanto al modelo 2 como al 6 y se efectuó tres veces para cada uno. La primera vez consistió en realizar 30 repeticiones, la segunda 100 y la tercera 500. Con esto se busca analizar la estabilidad de los resultados a medida que se aumenta el número de repeticiones.

Los resultados para el modelo 2 se muestran en la tabla 7.20, mientras que aquellos para el modelo 6 en la tabla 7.21. En ambas tablas se resumen tres pruebas de hipótesis de una cola para muestras pareadas. Las dos primeras analizan si el desempeño prediciendo elecciones PR fuera de muestra mediante datos de la misma naturaleza (PR) resulta mejor, por lo que prueba la superioridad de PR sobre PD y SP-off-RP. En el tercer test se prueba la superioridad de SP-off-RP sobre PD.

Para ambos modelos se verifica un mejor desempeño de PR sobre PD y SP-off-RP, ya que la hipótesis nula es rechazada en todos estos casos al obtenerse p-values menores a 5%. Esto se mantiene estable al variar el número de repeticiones, lo cual resulta satisfactorio, ya que las elecciones PR son predichas de mejor forma con datos de la misma naturaleza, en lugar de otros obtenidos mediante experimentos de elección (PD y SP-off-RP).

Respecto a la prueba de hipótesis que analiza la superioridad de SP-off-RP sobre PD, para el modelo 2 se obtiene un estimador puntual $\bar{D}_{SPRP-PD}$ positivo, lo cual indica un log-likelihood promedio mayor para SP-off-RP que para PD. Sin embargo, la desviación estándar $S_{SPRP-PD}$ genera un t-test y un p-value que no son suficientes para rechazar H_0 al 5% de significancia. De esta forma, las predicciones basadas en el modelo 2 no exhiben evidencia estadística de un mejor desempeño de SP-off-RP sobre PD. Por otra parte, en el modelo 6 se tiene un $\bar{D}_{SPRP-PD}$ negativo, lo cual indica un mejor log-likelihood promedio para PD que para SP-off-RP, de tal forma que en ninguna circunstancia se podría rechazar H_0 . Por esta razón, para el modelo 6 resulta más adecuado probar un mejor desempeño de PD sobre SP-off-RP, lo cual se muestra en la tabla 7.22.

Tabla 7.20: Pruebas de Hipótesis para Desempeño en Predicciones (Modelo A)

Prueba de Hipótesis			Repeticiones		
Descripción	Hipótesis Estadísticas	Estadísticos	30	100	500
PR mejor quea PD	$H_0: D_{PR-PD} \leq 0$ $H_1: D_{PR-PD} > 0$	\bar{D}_{PR-PD}	2.025	2.499	2.506
		S_{PR-PD}	2.925	4.095	3.776
		t-test	3.791	6.101	14.839
		p-value (%)	0.035	0.000	0.000
PR mejor que SP-off-RP	$H_0: D_{PR-SPRP} \leq 0$ $H_1: D_{PR-SPRP} > 0$	$\bar{D}_{PR-SPRP}$	1.916	2.108	2.471
		$S_{PR-SPRP}$	3.303	2.089	3.953
		t-test	3.177	5.154	13.977
		p-value (%)	0.176	0.000	0.000
SP-off-RP mejor que PD	$H_0: D_{SPRP-PD} \leq 0$ $H_1: D_{SPRP-PD} > 0$	$\bar{D}_{SPRP-PD}$	0.109	0.1307	0.034
		$S_{SPRP-PD}$	1.384	1.74	1.703
		t-test	0.431	0.751	0.451
		p-value (%)	33.496	22.736	32.603

Tabla 7.21: Pruebas de Hipótesis para Desempeño en Predicciones (Modelo B)

Prueba de Hipótesis			Repeticiones		
Descripción	Hipótesis Estadísticas	Estadísticos	30	100	500
PR mejor que PD	$H_0: D_{PR-PD} \leq 0$ $H_1: D_{PR-PD} > 0$	\bar{D}_{PR-PD}	1.864	2.375	2.412
		S_{PR-PD}	3.675	3.385	3.559
		t-test	2.779	7.017	15.152
		p-value (%)	0.474	0.000	0.000
PR mejor que SP-off-RP	$H_0: D_{PR-SPRP} \leq 0$ $H_1: D_{PR-SPRP} > 0$	$\bar{D}_{PR-SPRP}$	2.793	2.768	2.789
		$S_{PR-SPRP}$	4.188	3.227	3.654
		t-test	3.653	8.577	17.067
		p-value (%)	0.051	0.000	0.000
SP-off-RP mejor que PD	$H_0: D_{SPRP-PD} \leq 0$ $H_1: D_{SPRP-PD} > 0$	$\bar{D}_{SPRP-PD}$	-0.928	-0.392	-0.377
		$S_{SPRP-PD}$	1.917	1.728	1.773
		t-test	-2.652	-2.269	-4.757
		p-value (%)	99.359	98.728	99.999

Analizando la tabla 7.22, se observan p-values menores al 5% en todos los casos, con lo que se rechaza H_0 y se obtiene evidencia de un mejor desempeño en predicciones de PD sobre SP-off-RP para el modelo 6. Sin embargo, este resultado es dudoso, ya que el cambio respecto a lo obtenido en el modelo 2, se debería principalmente a las variables adicionales que posee el modelo B. Si se revisa la tabla 7.10, se observa que β_{adh} y β_{equi} no son significativas para PD y SP-off-RP, notándose además que la primera posee signo opuesto entre PD y PR, mientras que la segunda exhibe lo mismo pero entre SP-off-RP y PR. Si bien estos parámetros se implementaron para mejorar el ajuste PR, no resultan adecuados para PD y SP-off-RP, ya que no estaban explícitamente en los experimentos de elección. Por lo tanto, la validez de comparar el desempeño en predicciones entre SP-off-RP y PD mediante el modelo 6 es criticable y con ello la conclusión del test de la tabla 7.22 poco confiable.

Tabla 7.22: Prueba de Hipótesis PD mejor que SP-off-RP (Modelo 6)

Prueba de Hipótesis			Repeticiones		
Descripción	Hipótesis Estadísticas	Estadísticos	30	100	500
PD mejor que SP-off-RP	$H_0: D_{PD-SPRP} \leq 0$ $H_1: D_{PD-SPRP} > 0$	$\bar{D}_{PD-SPRP}$	0.928	0.392	0.377
		$S_{PD-SPRP}$	1.917	1.728	1.773
		t-test	2.652	2.269	4.757
		p-value (%)	0.641	1.272	0.000

En definitiva, desde este análisis se puede extraer que PR presenta un mejor desempeño a PD y SP-off-RP, pero que no hay evidencia para afirmar superioridad de SP-off-RP sobre PD, o viceversa.

8. Conclusiones

En base a los resultados del trabajo, se puede concluir que los objetivos propuestos se lograron de manera parcial, debido a que las metodologías de análisis no exhibieron de forma unánime lo esperado.

El primer objetivo consistía en corroborar empíricamente la existencia de sesgo hipotético en los experimentos PD. Esto se alcanzó en un grado bastante satisfactorio, ya que las estimaciones de VST mediante PD exhibieron diferencias respecto a las de PR. Específicamente, se obtuvo que el VST era sobrestimado en un 30% aprox. para ingresos bajos, mientras que se subestimaba en un 50% para ingresos altos. Este último va en línea con la evidencia que ha predominado en la literatura de transporte, donde justamente se ha reportado que PD subestima el VST en una proporción cercana a la mitad (Brownstone and Small, 2005; Fifer, Rose and Greaves, 2014) . Sin embargo, lo encontrado para ingresos bajos, no resulta del todo extraño, ya que anteriormente una investigación reportó algo similar (Li, Hensher and Ho, 2020).

Ante la subestimación del VST en PD encontrada en trabajos anteriores de transporte, Brownstone & Small (2005) argumentaban que se debía al hecho de que los individuos sobrestimarían su restricción de tiempo, con lo que declararían elegir alternativas lentas y baratas, cuando en la realidad escogen opciones caras y rápidas. Sin embargo, en elección modal, además del tiempo, también influye el costo, por lo que una segunda explicación a la subestimación del VST podría ser que los individuos subestiman su presupuesto.

De esta forma, de acuerdo con lo obtenido, estaría ocurriendo que las personas de ingresos bajos estarían sobrestimando su restricción de dinero y/o subestimando su restricción de tiempo, mientras que las de ingresos altos estarían haciendo lo contrario. Una conjetura al respecto sería que independiente del nivel de ingreso, todos los encuestados asumen una restricción presupuestaria, la cual estaría por sobre la de ingresos bajos, pero por debajo de la de ingresos altos.

Algo primordial que se debe analizar para sacar cualquier conclusión es cuestionar la validez de los datos PR usados como punto de comparación correcto para evaluar el sesgo hipotético. Debido a que estos fueron auto reportados, es muy probable que posean errores de medición, de tal forma que puede estar siendo ocupada una referencia sesgada, lo cual puede estar afectando los resultados de una manera que no es posible identificar en el presente trabajo. De esta forma, surge la recomendación que para trabajos futuros se estudie un problema para el cual sea posible recabar preferencias reveladas de manera precisa.

En definitiva, volviendo al supuesto de que los datos PR auto reportados son una referencia libre de sesgo hipotético, mediante tests de razón de verosimilitud se pudo corroborar satisfactoriamente que las preferencias entre contextos reales y los experimentos PD diferían. Por lo tanto, a pesar de la variabilidad encontrada en la dirección del sesgo hipotético, el presente trabajo pudo corroborar su existencia en experimentos de elección tradicionales, con lo que se suma evidencia que quita confiabilidad al empleo de estos.

Ahora, enfocándonos en el segundo objetivo propuesto, el cual consistía en evaluar el desempeño del método SP-off-RP. A través de las estimaciones del VST, se pudo apreciar un efecto de corrección en el sentido correcto tanto para ingresos bajos como altos. Luego, mediante el test de razón de verosimilitud, no se encontró evidencia estadística que indicara que las preferencias fueran significativamente diferentes entre PR y SP-off-RP. Ambas cosas mencionadas, constituyen evidencia de un buen desempeño del método, lo cual sería una ganancia atribuible exclusivamente al diseño experimental dinámico y adaptativo de SP-off-RP que busca generar experimentos en la frontera de elección específica de cada encuestado. De esta forma, el presente trabajo constituye una motivación para seguir aplicando el método SP-off-RP y con ello acumular nueva evidencia sobre su efectividad, ya que la habida hasta el momento es muy escasa.

El desempeño prediciendo fuera de muestra se puso a prueba entre PR, PD y SP-off-RP. Como resultado se obtuvo una notoria superioridad de PR por sobre ambos experimentos de elección. Esto último de cierta forma valida los datos PR usados, ya que resultaría sospechoso que las elecciones PR fueran predichas fuera de muestra de mejor forma mediante experimentos de elección, en lugar de datos reales. Por su parte, entre PD y SP-off-RP se concluye que no hubo superioridad de ninguno, exhibiendo un desempeño similar, lo cual no suministra nueva evidencia de que SP-off-RP sea más ventajoso que PD.

Por último, con respecto a cheap talk no se pudo corroborar que haya generado algún efecto en los encuestados. Esto se puede atribuir a que su aplicación mediante un texto corresponde a una metodología deficiente, ya que todo depende de la importancia que el encuestado preste al ejercicio. Además, los elementos que debe incluir el cheap talk generan un texto de extensión que puede parecer demasiado extensa, para el cual las personas no están dispuestas a prestar mayor atención. Probablemente si se obtendría un efecto significativo si la aplicación se hiciera de manera presencial, ya que el diálogo cara a cara con un texto bien diseñado podría comprometer genuinamente a los participantes para responder de la manera más veraz posible a los experimentos de elección.

Bibliografía

- Adamowicz, W., Louviere, J. and Williams, M., 1994. Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 26(3), pp.271–292. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1017>.
- Adamowicz, W., Swait, J., Boxall, P., Louviere, J. and Williams, M., 1997. Perceptions versus Objective Measures of Environmental Quality in Combined Revealed and Stated Preference Models of Environmental Valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32(1), pp.65–84. <https://doi.org/10.1006/JEEM.1996.0957>.
- Alfnes, F., Guttormsen, A.G., Steine, G. and Kolstad, K., 2006. Consumers' Willingness to Pay for the Color of Salmon: A Choice Experiment with Real Economic Incentives. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(4), pp.1050–1061. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00915.x>.
- Bradley, M.A. and Daly, A.J., 1997. Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information. In: *Understanding travel behaviour in an era of change*. pp.209–232.
- Brownstone, D., Ghosh, A., Golob, T.F., Kazimi, C. and Van Amelsfort, D., 2003. Drivers' willingness-to-pay to reduce travel time: evidence from the San Diego I-15 congestion pricing project. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(4), pp.373–387. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(02\)00021-6](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(02)00021-6).
- Brownstone, D. and Small, K.A., 2005. Valuing time and reliability: assessing the evidence from road pricing demonstrations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(4), pp.279–293. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.11.001>.
- Cameron, T.A., Poe, G.L., Ethier, R.G. and Schulze, W.D., 2002. Alternative Non-market Value-Elicitation Methods: Are the Underlying Preferences the Same? *Journal of Environmental Economics and Management*, 44(3), pp.391–425. <https://doi.org/10.1006/JEEM.2001.1210>.
- Cantillo, V., Ortúzar, J. de D. and Williams, H.C.W.L., 2007. Modeling Discrete Choices in the Presence of Inertia and Serial Correlation. *Transportation Science*, 41(2), pp.195–205. <https://doi.org/10.1287/trsc.1060.0178>.
- Carlsson, F., Frykblom, P. and Johan Lagerkvist, C., 2005. Using cheap talk as a test of validity in choice experiments. *Economics Letters*, 89(2), pp.147–152. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.03.010>.
- Carlsson, F. and Martinsson, P., 2001. Do Hypothetical and Actual Marginal Willingness to Pay Differ in Choice Experiments?: Application to the Valuation of the Environment. *Journal of Environmental Economics and Management*, 41(2), pp.179–192. <https://doi.org/10.1006/JEEM.2000.1138>.

- Caussade, S., Ortúzar, J. de D., Rizzi, L.I. and Hensher, D.A., 2005. Assessing the influence of design dimensions on stated choice experiment estimates. *Transportation Research Part B: Methodological*, 39(7), pp.621–640. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2004.07.006>.
- Chiu, C., 2018. *Existencia de sesgo hipotético en experimentos de preferencias declaradas y evaluación de un método de corrección*. [online] Universidad de Chile. Available at: <<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/169242>> [Accessed 7 September 2023].
- ChoiceMetrics, 2012. *Ngene 1.1.1 User Manual & Reference Guide*.
- Comisión Nacional de Energía, n.d. *SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LÍNEA DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES EN ESTACIONES DE SERVICIO*.
- Coppec, 2023. *Planificador de viaje chiletur*. [online] Available at: <<https://www.chiletur.cl/planificador?index=auto&bencina=95&consumo=16>> [Accessed 23 September 2023].
- van Cranenburgh, S., Chorus, C.G. and van Wee, B., 2014. Vacation behaviour under high travel cost conditions – A stated preference of revealed preference approach. *Tourism Management*, 43, pp.105–118. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.01.022>.
- Cummings, R.G. and Taylor, L.O., 1999. Unbiased Value Estimates for Environmental Goods: A Cheap Talk Design for the Contingent Valuation Method. *American Economic Review*, 89(3), pp.649–665. <https://doi.org/10.1257/aer.89.3.649>.
- Ding, M., Grewal, R. and Liechty, J., 2005. Incentive-Aligned Conjoint Analysis. *Journal of Marketing Research*, 42(1), pp.67–82. <https://doi.org/10.1509/jmkr.42.1.67.56890>.
- EBC Ingeniería, 2012. *ESTIMACIÓN DE VALORES SOCIALES DEL TIEMPO DE VIAJE DE PASAJEROS INTERURBANOS UTILIZANDO NUEVAS FORMULACIONES DE MODELOS DE DEMANDA. INFORME FINAL*.
- Emol, 2023. *Infografía: revisa cuáles fueron los automóviles más vendidos en 2022*. [online] Available at: <<https://www.emol.com/noticias/Autos/2023/01/25/1084925/infografia-autos-vendidos-2022.html>> [Accessed 23 September 2023].
- Fifer, S., Rose, J. and Greaves, S., 2014. Hypothetical bias in Stated Choice Experiments: Is it a problem? And if so, how do we deal with it? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, pp.164–177. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.12.010>.
- Ghosh, A., 2001. *Valuing Time and Reliability: Commuters' Mode Choice from a Real Time Congestion Pricing Experiment*. [online] UC Berkeley: University of California Transportation Center. Available at: <<https://escholarship.org/uc/item/9fz0z9kq>> [Accessed 24 September 2023].
- Google, n.d. *Google Maps*.
- Guevara, C.A. and Hess, S., 2019. A control-function approach to correct for endogeneity in discrete choice models estimated on SP-off-RP data and contrasts with an earlier FIML approach by Train & Wilson. *Transportation Research Part B: Methodological*, 123, pp.224–239. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.03.022>.

- Haghani, M., Bliemer, M.C.J., Rose, J.M., Oppewal, H. and Lancsar, E., 2021a. Hypothetical bias in stated choice experiments: Part I. Macro-scale analysis of literature and integrative synthesis of empirical evidence from applied economics, experimental psychology and neuroimaging. *Journal of Choice Modelling*, 41, p.100309. <https://doi.org/10.1016/J.JOCM.2021.100309>.
- Haghani, M., Bliemer, M.C.J., Rose, J.M., Oppewal, H. and Lancsar, E., 2021b. Hypothetical bias in stated choice experiments: Part II. Conceptualisation of external validity, sources and explanations of bias and effectiveness of mitigation methods. *Journal of Choice Modelling*, 41, p.100322. <https://doi.org/10.1016/J.JOCM.2021.100322>.
- Haghani, M. and Sarvi, M., 2018. Hypothetical bias and decision-rule effect in modelling discrete directional choices. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116, pp.361–388. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.012>.
- Haghani, M. and Sarvi, M., 2019. Laboratory experimentation and simulation of discrete direction choices: Investigating hypothetical bias, decision-rule effect and external validity based on aggregate prediction measures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, pp.134–157. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.040>.
- Hensher, D.A., 2010. Hypothetical bias, choice experiments and willingness to pay. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(6), pp.735–752. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2009.12.012>.
- Hensher, D.A. and Greene, W.H., 2003. The Mixed Logit Model: The State of Practice. *Transportation*, 30(2), pp.133–176. <https://doi.org/10.1023/A:1022558715350>.
- Hultkrantz, L. and Savsin, S., 2018. Is ‘referencing’ a remedy to hypothetical bias in value of time elicitation? Evidence from economic experiments. *Transportation*, 45(6), pp.1827–1847. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9803-1>.
- Isacsson, G., 2007. *The trade off between time and money: Is there a difference between real and hypothetical choices?*
- Johansson-Stenman, O. and Svedsäter, H., 2008. Measuring Hypothetical Bias in Choice Experiments: The Importance of Cognitive Consistency. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 8(1). <https://doi.org/10.2202/1935-1682.1898>.
- Johansson-Stenman, O. and Svedsäter, H., 2012. Self-image and valuation of moral goods: Stated versus actual willingness to pay. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 84(3), pp.879–891. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.10.006>.
- Kesternich, I., Heiss, F., McFadden, D. and Winter, J., 2013. Suit the action to the word, the word to the action: Hypothetical choices and real decisions in Medicare Part D. *Journal of Health Economics*, 32(6), pp.1313–1324. <https://doi.org/10.1016/J.JHEALECO.2012.11.006>.
- Krčál, O., Peer, S., Staněk, R. and Karlínová, B., 2019. Real consequences matter: Why hypothetical biases in the valuation of time persist even in controlled lab experiments. *Economics of Transportation*, 20, p.100138. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2019.100138>.

- Li, Z., Hensher, D.A. and Ho, C., 2020. An empirical investigation of values of travel time savings from stated preference data and revealed preference data. *Transportation Letters*, 12(3), pp.166–171. <https://doi.org/10.1080/19427867.2018.1546806>.
- Linley, W.G. and Hughes, D.A., 2013. Decision-Makers' Preferences for Approving New Medicines in Wales: A Discrete-Choice Experiment with Assessment of External Validity. *PharmacoEconomics*, 31(4), pp.345–355. <https://doi.org/10.1007/s40273-013-0030-0>.
- Lusk, J.L. and Schroeder, T.C., 2004. Are Choice Experiments Incentive Compatible? A Test with Quality Differentiated Beef Steaks. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(2), pp.467–482. <https://doi.org/10.1111/j.0092-5853.2004.00592.x>.
- Mark, T.L. and Swait, J., 2004. Using stated preference and revealed preference modeling to evaluate prescribing decisions. *Health Economics*, 13(6), pp.563–573. <https://doi.org/10.1002/hec.845>.
- McFadden, D., 1974. The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics*, 3(4), pp.303–328. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(74\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0047-2727(74)90003-6).
- McGuire, W.J., 1960. Cognitive consistency and attitude change. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 60(3), pp.345–353. <https://doi.org/10.1037/h0048563>.
- Ministerio de desarrollo social, 2022. *Encuesta CASEN*. [online] Available at: <<https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2022>> [Accessed 24 September 2023].
- Ministerio de energía, 2023. *Comparador de vehículos*. [online] Available at: <<https://www.consumovehicular.cl/#/>> [Accessed 23 September 2023].
- Mohammadi, T., Bansback, N., Marra, F., Khakban, A., Campbell, J.R., FitzGerald, J.M., Lynd, L.D. and Marra, C.A., 2017. Testing the External Validity of a Discrete Choice Experiment Method: An Application to Latent Tuberculosis Infection Treatment. *Value in Health*, 20(7), pp.969–975. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2017.04.007>.
- Morrison, M. and Brown, T.C., 2009. Testing the Effectiveness of Certainty Scales, Cheap Talk, and Dissonance-Minimization in Reducing Hypothetical Bias in Contingent Valuation Studies. *Environmental and Resource Economics*, 44(3), pp.307–326. <https://doi.org/10.1007/s10640-009-9287-3>.
- Murphy, J.J., Allen, P.G., Stevens, T. and Weatherhead, D.A., 2003. A Meta-Analysis of Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.437620>.
- NetQuest, 2023. *NetQuest*. [online] Available at: <<https://www.netquest.com/encuestas-online-investigacion>> [Accessed 24 September 2023].
- Nielsen, O.A., 2004. Behavioral Responses to Road Pricing Schemes: Description of the Danish AKTA Experiment. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 8(4), pp.233–251. <https://doi.org/10.1080/15472450490495579>.
- Ortúzar, J. de D. and Román, C., 2003. El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. *EURE (Santiago)*, 29(88). <https://doi.org/10.4067/S0250-71612003008800007>.

- Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L.G., 2011. *Modelling Transport*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119993308>.
- Qualtrics, 2020. *Qualtrics*. Available at: <<https://www.qualtrics.com>> [Accessed 24 September 2023].
- Ready, R.C., Champ, P.A. and Lawton, J.L., 2010. Using Respondent Uncertainty to Mitigate Hypothetical Bias in a Stated Choice Experiment. *Land Economics*, 86(2), pp.363–381. <https://doi.org/10.3368/le.86.2.363>.
- Rose, J.M., Bliemer, M.C.J., Hensher, D.A. and Collins, A.T., 2008. Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(4), pp.395–406. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2007.09.002>.
- Salampessy, B.H., Veldwijk, J., Jantine Schuit, A., van den Brekel-Dijkstra, K., Neslo, R.E.J., Ardine de Wit, G. and Lambooi, M.S., 2015. The Predictive Value of Discrete Choice Experiments in Public Health: An Exploratory Application. *The Patient - Patient-Centered Outcomes Research*, 8(6), pp.521–529. <https://doi.org/10.1007/s40271-015-0115-2>.
- Small, K.A., Winston, C. and Yan, J., 2005. Uncovering the Distribution of Motorists' Preferences for Travel Time and Reliability. *Econometrica*, 73(4), pp.1367–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2005.00619.x>.
- Strauss, M., George, G., Mantell, J.E., Romo, M.L., Mwai, E., Nyaga, E.N., Odhiambo, J.O., Govender, K. and Kelvin, E.A., 2018. Stated and revealed preferences for HIV testing: can oral self-testing help to increase uptake amongst truck drivers in Kenya? *BMC Public Health*, 18(1), p.1231. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6122-1>.
- Telser, H. and Zweifel, P., 2007. Validity of discrete-choice experiments evidence for health risk reduction. *Applied Economics*, 39(1), pp.69–78. <https://doi.org/10.1080/00036840500427858>.
- Train, K. and Wilson, W.W., 2008. Estimation on stated-preference experiments constructed from revealed-preference choices. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(3), pp.191–203. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2007.04.012>.
- Train, K.E., 2001. *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511805271>.
- Train, K.E. and Wilson, W.W., 2009. Monte Carlo analysis of SP-off-RP data. *Journal of Choice Modelling*, 2(1), pp.101–117. [https://doi.org/10.1016/S1755-5345\(13\)70006-X](https://doi.org/10.1016/S1755-5345(13)70006-X).
- Whitehead, J.C., Dumas, C.F., Herstine, J., Hill, J. and Buerger, B., 2008. Valuing Beach Access and Width with Revealed and Stated Preference Data. *Marine Resource Economics*, 23(2), pp.119–135. <https://doi.org/10.1086/mre.23.2.42629607>.
- Wlömert, N. and Eggers, F., 2016. Predicting new service adoption with conjoint analysis: external validity of BDM-based incentive-aligned and dual-response choice designs. *Marketing Letters*, 27(1), pp.195–210. <https://doi.org/10.1007/s11002-014-9326-x>.

ANEXOS

Anexo A: Comunas Consideradas Para El Estudio

Tabla A.1: Comuna pertenecientes a la RM consideradas

<i>Región</i>	<i>Capital</i>	<i>Comunas Conurbadas</i>
Metropolitana	Santiago	Santiago
		Cerrillos
		Cerro Navia
		Colina
		Conchalí
		El Bosque
		Estación Central
		Huechuraba
		Independencia
		La Cisterna
		La Florida
		La Granja
		La Pintana
		La Reina
		Las Condes
		Lo Barnechea
		Lo Espejo
		Lo Prado
		Macul
		Maipú
		Nuñoa
		Padre Hurtado
		Pedro Aguirre Cerda
		Peñalolén
		Providencia
		Pudahuel
		Puente Alto
		Quilicura
		Quinta Normal
		Recoleta
		Renca
		San Bernardo
		San Joaquín
San Miguel		
San Ramón		
Vitacura		

Tabla A.2: Comunas no pertenecientes a la RM consideradas

<i>Región</i>	<i>Capital</i>	<i>Comunas Conurbadas</i>
Atacama	Copiapó	Copiapó
Coquimbo	La Serena	La Serena
		Coquimbo
Valparaíso	Valparaíso	Valparaíso
		Viña del Mar
		Concón
		Quilpué
		Villa Alemana
O'Higgins	Rancagua	Rancagua
		Machalí
Maule	Talca	Talca
Ñuble	Chillán	Chillán
		Chillán Viejo
Bío Bío	Concepción	Concepción
		Talcahuano
		Chiguayante
		San Pedro de la Paz
		Hualpén
		Penco
		Coronel
		Lota
		Tomé
		Hualqui
Araucanía	Temuco	Temuco
		Padre las Casas
Los Rios	Valdivia	Valdivia
Los Lagos	Puerto Montt	Puerto Montt
		Puerto Varas

Anexo B: Niveles Experimentos PD

Tabla B.1: Niveles PD Auto y Bus (parte 1)

Par OD	Nivel	Auto		Bus	
		Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Costo Grupal (CLP)	Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Tarifa por persona (CLP)
Santiago-Copiapó	1	8:00	80,000	10:30	16,000
	0	9:00	100,000	12:00	20,000
	-1	10:00	120,000	13:30	24,000
Santiago-La Serena	1	4:45	40,000	6:00	10,000
	0	5:30	60,000	7:00	14,000
	-1	6:15	80,000	8:00	18,000
Santiago-Valparaíso	1	1:00	15,000	1:30	4,000
	0	1:15	25,000	2:00	5,000
	-1	1:30	35,000	2:30	6,000
Santiago-Rancagua	1	0:45	10,000	1:20	3,000
	0	1:00	15,000	1:40	4,000
	-1	1:15	20,000	2:00	5,000
Santiago-Talca	1	2:30	22,000	3:00	7,000
	0	3:15	38,000	3:45	10,000
	-1	4:00	54,000	4:30	13,000

Tabla B.2: Niveles PD Auto y Bus (parte 2)

Par OD	Nivel	Auto		Bus	
		Tiempo en el Vehículo (hh:mm)	Costo Grupal (CLP)	Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Tarifa por persona (CLP)
Santiago-Chillán	1	3:30	30,000	5:00	8,000
	0	4:15	45,000	5:45	11,000
	-1	5:00	60,000	6:30	14,000
Santiago-Concepción	1	4:45	40,000	6:00	10,000
	0	5:30	60,000	7:00	14,000
	-1	6:15	80,000	8:00	18,000
Santiago-Temuco	1	6:30	60,000	8:00	10,000
	0	7:30	80,000	9:30	15,000
	-1	8:30	100,000	11:00	20,000
Santiago-Valdivia	1	8:00	80,000	10:30	12,000
	0	9:00	100,000	12:00	17,000
	-1	10:00	120,000	13:30	22,000
Santiago-Puerto Montt	1	9:30	100,000	12:00	14,000
	0	10:30	120,000	13:00	19,000
	-1	11:30	140,000	14:00	24,000

Tabla B.3: Niveles PD Avión y Tren (parte 1)

Par OD	Nivel	Avión		Tren	
		Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Tarifa por persona (CLP)	Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Tarifa por persona (CLP)
Santiago-Copiapó	1	1:10:00	30,000	NO APLICA	
	0	1:30:00	70,000		
	-1	1:50:00	110,000		
Santiago-La Serena	1	1:00:00	30,000	NO APLICA	
	0	1:15:00	60,000		
	-1	1:30:00	90,000		
Santiago-Valparaíso	1	NO APLICA		NO APLICA	
	0				
	-1				
Santiago-Rancagua	1	NO APLICA		1:00	4,000
	0			1:20	5,500
	-1			1:40	7,000
Santiago-Talca	1	NO APLICA		3:00	8,000
	0			3:15	14,000
	-1			3:30	20,000

Tabla B.4: Niveles PD Avión y Tren (parte 2)

Par OD	Nivel	Avión		Tren	
		Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Tarifa por persona (CLP)	Tiempo en el vehículo (hh:mm)	Tarifa por persona (CLP)
Santiago-Chillán	1	NO APLICA		4:45	10,000
	0			5:15	15,000
	-1			5:45	20,000
Santiago-Concepción	1	1:00:00	30,000	NO APLICA	
	0	1:15:00	60,000		
	-1	1:30:00	90,000		
Santiago-Temuco	1	1:10:00	30,000	NO APLICA	
	0	1:25:00	70,000		
	-1	1:40:00	110,000		
Santiago-Valdivia	1	1:20:00	30,000	NO APLICA	
	0	1:40:00	75,000		
	-1	2:00:00	120,000		
Santiago-Puerto Montt	1	1:30:00	30,000	NO APLICA	
	0	1:50:00	80,000		
	-1	2:10:00	130,000		

Anexo C: Enunciados Encuesta

Encuesta de Viajes Interurbanos

La presente encuesta es llevada a cabo por el *Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile*.

El objetivo es estudiar las **preferencias** respecto al **medio de transporte** utilizado en **viajes interurbanos**.

Sus respuestas son **confidenciales** y se utilizarán exclusivamente con **fines investigativos**.

- Ingrese su **Edad**:

- Indique su **Sexo**:

- Indique su **Ocupación Principal**:

- Indique su **Máximo Nivel Educativo Completado**:

- ¿Cuántos **automóviles** se tienen **disponibles** en su hogar?

- ¿Usted posee **licencia de conducir clase B**?

Figura C.1: Enunciados Introducción de la Encuesta

- Seleccione su **Comuna de residencia**:

Región

Comuna

- ¿Alguna vez ha viajado desde su residencia en **Ñuñoa** hasta alguna comuna **fuera de la región metropolitana**?

Con respecto a la **última vez** que viajó desde **Ñuñoa** hasta alguna comuna **fuera de la región metropolitana**:

- ¿A cuál **comuna fuera de la región metropolitana** viajó aquella **última vez**?

Región

Comuna

Figura C.2: Enunciados Filtro por par OD

- ¿Cuál fue el **propósito** del viaje de aquella **última vez**? (Entre paréntesis se mencionan algunos ejemplos)

Trabajo (reuniones, capacitaciones, etc)

Estudio (viaje al lugar de estudio, actividad académica, etc)

Salud (consulta médica, procedimiento quirúrgico, etc)

Ocio (turismo, visitar familiares o amistades, etc)

Otro (Especifique)

- ¿Fue un viaje planificado con **anticipación**?

Sí

No

Con respecto a la **ida** de aquel último viaje **Ñuñoa-Concepción**:

- Indique el **medio de transporte** usado:

Auto

Bus

Avión

- ¿Viajó **solo** o **acompañado**?

Solo

Acompañado

Figura C.3: Cuestionario PR (parte 1)

- Includido usted ¿Cuántas personas conformaron su grupo de viaje?

- En el grupo de viaje ¿Habían menores de 7 años?

Sí	No
----	----

- ¿Viajaron con maletas, bolsos, o bultos grandes?

Sí	No
----	----

- La ida fue financiada...

Totalmente por usted
De manera compartida entre quienes viajaron
Totalmente por terceros que NO viajaron

- ¿Cuántas noches duró su estadía en Concepción? (Si fue un viaje por el día, ingrese 0)

Figura C.4: Cuestionario PR (parte 2)

En el caso que el **Avión NO** hubiera estado disponible para la **ida** del viaje **Ñuñoa - Concepción**:

- ¿Qué otras alternativas hubiera usado en su **reemplazo**? (Solo marque aquellas que realmente consideraría)

Auto

Bus

Ninguna, no hubiera hecho el viaje

- Si hubiera viajado en **Bus** ¿Qué tipo de asiento hubiera utilizado?

Semicama

Salón Cama

Figura C.5: Cuestionario PR (parte 3)

Con respecto a los **tiempos** y **costos** de ida para su último viaje **Ñuñoa-Concepción**:

- ¿Cuánto **duró** el viaje en **Avión**?
 - Indique el **tiempo** entre que sube y baja del **Avión**

- ¿Cuánto **costó** el pasaje de ida en **Avión**?
 - Indique el **valor por persona**

Figura C.6: Cuestionario PR (parte 4)

Si hubiera hecho el viaje en **Auto**:

- ¿Cuánto **hubiera durado** el viaje?

- ¿Cuánto **hubiera costado** la bencina y los peajes?
 - *solo de ida*

Si hubiera hecho el viaje en **Bus**:

- ¿Cuánto **hubiera durado** el viaje?
 - *Indique el **tiempo** entre que sube y baja del **Bus***

- ¿Cuánto **hubiera costado** el pasaje de ida en **Bus**?
 - *Indique el **valor por persona***

Figura C.7: Cuestionario PR (parte 5)

Experimentos de Elección

Suponga que nuevamente debe viajar desde **Ñuñoa** a **Concepción**.

Asuma un *contexto idéntico* al experimentado en su último viaje **Ñuñoa-Concepción**:

- Mismo **propósito** de viaje
- Mismos **acompañantes** (si los hubo)
- Mismo **equipaje** (si es que llevó)
- Misma **manera de financiar el viaje** (por usted o terceros)

Mediante tablas del siguiente estilo, le presentaremos alternativas de **Auto**, **Bus** y **Avión**:

	Auto	Bus Salón Cama	Avión
Tiempo (entre subida y bajada)	6:30	7:00	1:20
Costo (1 persona)	\$60.000	\$14.000	\$60.000

Su tarea es **evaluar** cada alternativa y **seleccionar** aquella **en la cual cree que viajaría** .

Para una correcta interpretación del **Tiempo** y **Costo** , tenga claro que:

- El **Tiempo** representa **únicamente el período entre que sube y baja** del **Auto**, **Bus** o **Avión**.
- El **Costo** :
 - Para el **Auto** corresponde a **bencina y peajes**.
 - Para **Bus** y **Avión** corresponde a **pasajes para 1 persona**.

Como última acotación: cuando se utiliza **Bus** o **Avión**, es necesario:

- Trasladarse al terminal o aeropuerto
- Esperar en el terminal o aeropuerto
- Una vez baja del **Bus** o **Avión**, trasladarse a su destino definitivo

Asuma que los **tiempos** y **costos** requeridos para estas etapas **son iguales a los de contextos reales**.

Figura C.8: Instrucciones Experimentos de Elección

IMPORTANTE

En estudios anteriores, se ha visto que las personas tienden a responder a **experimentos de elección** de manera **diferente** a cómo elegirían en la **vida real**.

Dado que se trata de un **ejercicio ficticio**, el cual no tiene impacto en la vida del encuestado, las personas **ignoran sus restricciones** de tiempo, costos u otras que enfrentarían en un contexto real.

Sin embargo, este tipo de encuestas son de **gran utilidad** para el análisis de **proyectos reales de transporte**.

Con el fin de que sus respuestas **representen** su comportamiento de elección real, le pedimos encarecidamente que responda como si **realmente** se enfrentara a estos escenarios, es decir, como si las alternativas y el contexto de viaje fueran **reales**.

He leído la información de arriba

Figura C.9: Cheap Talk en la encuesta

¿En cuál de los siguientes rangos se encuentra el ingreso mensual de su grupo familiar?

Menos de 1 millón

Entre 1 millón y 2 millones

Entre 2 millones y 3 millones

Entre 3 millones y 4 millones

Entre 4 millones y 5 millones

Entre 5 millones y 6 millones

Más de 6 millones

Prefiero no responder

- ¿Cuántas personas integran su grupo familiar? (Si prefiere no responder, ingrese 0)

Figura C.10: Enunciado Sección Final

Anexo D: Estimaciones Modelos Restringidos Test de Razón de verosimilitud

Tabla D.1: Estimación Modelo 2 Restringido (parte 1)

Parámetro	PR y PD	PR y SP-off-RP corregido	PD y SP-off-RP corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}^{PR}	-0.8601**** (0.1229)	-0.8682**** (0.1241)	0.000 (-)
$ASC_{avión}^{PR}$	-0.7238*** (0.2637)	-0.754*** (0.2867)	0.000 (-)
ASC_{tren}^{PR}	-1.9233**** (0.3058)	-1.9386**** (0.305)	0.000 (-)
ASC_{bus}^{PD}	-0.21*** (0.0882)	0.000 (-)	-0.3892**** (0.1113)
$ASC_{avión}^{PD}$	0.082 (0.2089)	0.000 (-)	0.0993 (0.3598)
ASC_{tren}^{PD}	-0.1591 (0.138)	0.000 (-)	-0.3528* (0.201)
ASC_{bus}^{SPRP}	0.000 (-)	-0.4266**** (0.1209)	-0.6829**** (0.1585)
$ASC_{avión}^{SPRP}$	0.000 (-)	-0.0144 (0.2558)	0.156 (0.3987)
ASC_{tren}^{SPRP}	0.000 (-)	0.0271 (0.1699)	0.4547 (0.3366)
β_t	-0.0016*** (0.0007)	-0.0017*** (0.0007)	-0.0028*** (0.001)
β_c^b	-0.0358**** (0.0102)	-0.0526**** (0.0135)	-0.0681**** (0.0105)
β_c^a	-0.0282**** (0.007)	-0.0252**** (0.0066)	-0.0463**** (0.005)
β_c^d	-0.0238*** (0.0088)	-0.0258*** (0.0108)	-0.0379**** (0.0099)
$\beta_c^{po,PR}$	-0.0023 (0.008)	-0.0028 (0.008)	0.000 (-)
$\beta_c^{po,PD}$	-0.026**** (0.0077)	0.000 (-)	-0.0415**** (0.0068)

p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%

Tabla D.2: Estimación Modelo 2 Restringido (parte 2)

Parámetro	PR y PD	PR y SP-off-RP corregido	PD y SP-off-RP corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
$\beta_c^{po,SPRP}$	0.000 (-)	-0.0291**** (0.0092)	-0.0533**** (0.0138)
β_{ine}	0.5604**** (0.1431)	0.1641* (0.0966)	0.756**** (0.0901)
β_t^{res}	0.000 (-)	-0.0021 (0.0021)	-0.0077* (0.004)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.023**** (0.0071)	0.0253*** (0.0103)
μ_{PR}	1.000 (-)	1.000 (-)	1.000 (-)
μ_{PD}	1.5468**** (0.3842)	1.000 (-)	1.000 (-)
μ_{SPRP}	1.000 (-)	1.481**** (0.3551)	0.7286**** (0.1022)
N	2,720	2,720	4,352
Log-likelihood	-1,552.97	-1,688.76	-2,586.39
$\bar{\rho}^2$	0.2015	0.1313	0.1712
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			

Tabla D.3: Estimación Modelo 6 Restringido (parte 1)

Parámetro	PR y PD	PR y SP-off-RP corregido	PD y SP-off-RP corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0000 (-)
ASC_{bus}^{PR}	-0.5114*** (0.1692)	-0.543*** (0.1795)	0.0000 (-)
$ASC_{avión}^{PR}$	-0.3954 (0.2948)	-0.525* (0.3146)	0.0000 (-)
ASC_{tren}^{PR}	-1.5862**** (0.3309)	-1.6345**** (0.3316)	0.0000 (-)
ASC_{bus}^{PD}	0.1427 (0.1334)	0.0000 (-)	0.0257 (0.1825)
$ASC_{avión}^{PD}$	0.3788 (0.2577)	0.0000 (-)	0.3547 (0.3737)
ASC_{tren}^{PD}	0.1638 (0.1742)	0.0000 (-)	0.0084 (0.2283)
ASC_{bus}^{SPRP}	0.0000 (-)	-0.1304 (0.1372)	-0.2653 (0.2107)
$ASC_{avión}^{SPRP}$	0.0000 (-)	0.2261 (0.2997)	0.4855 (0.4142)
ASC_{tren}^{SPRP}	0.0000 (-)	0.3362 (0.2292)	0.8382*** (0.3498)
β_t	-0.0016*** (0.0007)	-0.0019*** (0.0008)	-0.0026*** (0.0009)
β_c^b	-0.0355**** (0.0091)	-0.0525**** (0.0128)	-0.061**** (0.01)
β_c^a	-0.027**** (0.0058)	-0.0232**** (0.0062)	-0.0404**** (0.005)
β_c^d	-0.0233*** (0.0083)	-0.0244** (0.0108)	-0.033**** (0.0095)
$\beta_c^{po,PR}$	-0.0003 (0.0081)	-0.0008 (0.0082)	0.0000 (-)
$\beta_c^{po,PD}$	-0.0254**** (0.007)	0.0000 (-)	-0.0363**** (0.0065)
$\beta_c^{po,SPRP}$	0.0000 (-)	-0.0283**** (0.0089)	-0.048**** (0.0131)

p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%

Tabla D.4: Estimación Modelo 6 Restringido (parte 2)

Parámetro	PR y PD	PR y SP-off-RP corregido	PD y SP-off-RP corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
β_{tg}	0.2012*** (0.0698)	0.183*** (0.0732)	0.2557*** (0.0876)
β_{adh}	0.1512 (0.1637)	-0.0422 (0.1527)	-0.0206 (0.2264)
β_{equi}	0.0001 (0.1286)	0.0889 (0.1392)	-0.0258 (0.1941)
β_{ine}	0.6003**** (0.1346)	0.1195 (0.1017)	0.7004**** (0.0925)
β_t^{res}	0.0000 (-)	-0.0018 (0.0023)	-0.0076* (0.0039)
β_c^{res}	0.0000 (-)	0.0226**** (0.0072)	0.0214** (0.0095)
μ_{PR}	1.0000 (-)	1.0000 (-)	1.0000 (-)
μ_{PD}	1.3466**** (0.2883)	1.0000 (-)	1.0000 (-)
μ_{SPRP}	1.0000 (-)	1.3416**** (0.2955)	0.7313**** (0.091)
N	2,720	2,720	4,352
Log-likelihood	-1535.38	-1672.23	-2566.4
$\bar{\rho}^2$	0.2089	0.1382	0.1766
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			

Tabla D.5: Estimación Modelo 6 Restringido
(restringiendo solo β_t , β_c^b , β_c^a y β_c^d) (parte 1)

Parámetro	PR y PD	PR y SP-off-RP corregido	PD y SP-off-RP corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.0000 (-)	0.0000 (-)	0.0000 (-)
ASC_{bus}^{PR}	-0.0104 (0.2363)	-0.021 (0.2363)	0.0000 (-)
$ASC_{avión}^{PR}$	0.1322 (0.3132)	0.0552 (0.3425)	0.0000 (-)
ASC_{tren}^{PR}	-1.0985*** (0.36)	-1.1173**** (0.3603)	0.0000 (-)
ASC_{bus}^{PD}	0.0463 (0.1005)	0.0000 (-)	0.0174 (0.1736)
$ASC_{avión}^{PD}$	0.2275 (0.2047)	0.0000 (-)	0.3459 (0.3792)
ASC_{tren}^{PD}	0.0674 (0.1307)	0.0000 (-)	0.0106 (0.2239)
ASC_{bus}^{SPRP}	0.0000 (-)	-0.1576 (0.1182)	-0.2542 (0.2554)
$ASC_{avión}^{SPRP}$	0.0000 (-)	0.1182 (0.2407)	0.503 (0.462)
ASC_{tren}^{SPRP}	0.0000 (-)	0.2122 (0.1821)	0.874** (0.4255)
β_t	-0.0013** (0.0006)	-0.0015** (0.0007)	-0.0027*** (0.001)
β_c^b	-0.0274*** (0.0096)	-0.0423**** (0.0129)	-0.0615**** (0.0099)
β_c^a	-0.0214**** (0.0067)	-0.0189**** (0.0061)	-0.0409**** (0.0049)
β_c^d	-0.018** (0.0079)	-0.0194** (0.0098)	-0.0333**** (0.0095)
$\beta_c^{po,PR}$	0.0025 (0.0087)	0.0019 (0.0087)	0.0000 (-)
$\beta_c^{po,PD}$	-0.0198*** (0.0071)	0.0000 (-)	-0.0368**** (0.0065)

p-value: * < 5%, ** < 2.5%, *** < 1%, **** < 0.1%

Tabla D.6: Estimación Modelo 6 Restringido
(restringiendo solo β_t , β_c^b , β_c^a y β_c^d) (parte 2)

Parámetro	PR y PD	PR y SP-off-RP corregido	PD y SP-off-RP corregido
	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
$\beta_c^{po,SPRP}$	0.0000 (-)	-0.0227*** (0.0082)	-0.0488**** (0.0135)
β_{tg}^{PR}	0.3174*** (0.1197)	0.3141*** (0.1201)	0.0000 (-)
β_{adh}^{PR}	0.6578** (0.2932)	0.6304** (0.2927)	0.0000 (-)
β_{equi}^{PR}	0.3559 (0.2485)	0.3655 (0.2483)	0.0000 (-)
β_{tg}^{PD}	0.1387** (0.069)	0.0000 (-)	0.232*** (0.0839)
β_{adh}^{PD}	0.0577 (0.128)	0.0000 (-)	0.1241 (0.2251)
β_{equi}^{PD}	-0.0443 (0.1074)	0.0000 (-)	-0.0523 (0.1853)
β_{tg}^{SPRP}	0.0000 (-)	0.1316* (0.0712)	0.3098** (0.1534)
β_{adh}^{SPRP}	0.0000 (-)	-0.0998 (0.1339)	-0.2769 (0.3183)
β_{equi}^{SPRP}	0.0000 (-)	0.0408 (0.1182)	0.015 (0.2881)
β_{ine}	0.4603**** (0.1442)	0.1015 (0.0832)	0.7075**** (0.0968)
β_t^{res}	0.0000 (-)	-0.0014 (0.0018)	-0.0073* (0.0041)
β_c^{res}	0.0000 (-)	0.0182*** (0.0065)	0.0217** (0.0101)
μ_{PR}	1.0000 (-)	1.0000 (-)	1.0000 (-)
μ_{PD}	1.7813**** (0.5658)	1.0000 (-)	1.0000 (-)
μ_{SPRP}	1.0000 (-)	1.7035**** (0.5026)	0.7053**** (0.1206)
N	2,720	2,720	4,352
Log-likelihood	-1530.73	-1666.56	-2564.5
$\bar{\rho}^2$	0.2098	0.1395	0.1762
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			

Anexo E: Estimaciones para Análisis Cheap Talk

Tabla E.1: Enfoque β_t^{ct} Modelo 2

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000(-)	0.000(-)	0.000(-)
ASC_{bus}	-0.3276*** (0.1118)	-0.5031**** (0.1133)	-0.6349**** (0.1194)
$ASC_{avión}$	0.1539 (0.343)	-0.0625 (0.3732)	0.0052 (0.4019)
ASC_{tren}	-0.2459 (0.2039)	0.272 (0.2446)	0.0425 (0.2505)
β_t	-0.0022** (0.001)	-0.0022** (0.001)	-0.0023** (0.0011)
β_t^{ct}	-0.0003 (0.0007)	-0.0005 (0.0007)	-0.0004 (0.0007)
β_c^b	-0.0527**** (0.0085)	-0.0714**** (0.0147)	-0.077**** (0.0141)
β_c^a	-0.0449**** (0.0047)	-0.0296**** (0.0078)	-0.0381**** (0.0079)
β_c^d	-0.0352**** (0.0086)	-0.0289*** (0.0115)	-0.0354*** (0.0125)
β_c^{po}	-0.0401**** (0.0067)	-0.0346**** (0.0097)	-0.0432**** (0.0102)
β_{ine}	0.8702**** (0.0776)	0.4884**** (0.0866)	0.2473** (0.1254)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0034 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0342**** (0.0092)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,212.42	-1,369.36	-1,350.96
$\bar{\rho}^2$	0.2213	0.1214	0.1318

Tabla E.2: Enfoque β_t^{ct} Modelo 6

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	0.0744 (0.1767)	-0.1223 (0.1929)	-0.2713 (0.1966)
$ASC_{avión}$	0.4295 (0.3554)	0.198 (0.3991)	0.2247 (0.4194)
ASC_{tren}	0.1151 (0.2294)	0.5987** (0.2691)	0.3643 (0.2779)
β_t	-0.002** (0.001)	-0.0022** (0.001)	-0.0023** (0.001)
β_t^{ct}	-0.0003 (0.0007)	-0.0006 (0.0007)	-0.0004 (0.0007)
β_c^b	-0.0467**** (0.008)	-0.0654**** (0.0144)	-0.0711**** (0.0139)
β_c^a	-0.0392**** (0.0046)	-0.0245**** (0.0077)	-0.0329**** (0.0079)
β_c^d	-0.0308**** (0.0083)	-0.0246** (0.0117)	-0.0306*** (0.0126)
β_c^{po}	-0.0353**** (0.0064)	-0.0305**** (0.0092)	-0.0388**** (0.0097)
β_{tg}	0.2456*** (0.0838)	0.247*** (0.0933)	0.2246*** (0.0924)
β_{adh}	0.0993 (0.2258)	-0.2221 (0.2228)	-0.1714 (0.2221)
β_{equi}	-0.0809 (0.1887)	0.0774 (0.203)	0.0681 (0.2017)
β_{ine}	0.8228**** (0.0795)	0.4012**** (0.0941)	0.179 (0.1303)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0026 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.031**** (0.0089)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,200.87	-1,354.16	-1,338.96
$\bar{\rho}^2$	0.2268	0.1292	0.1376

Tabla E.3: Enfoque $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$ Modelo 2

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	-0.3399*** (0.1132)	-0.5341**** (0.1132)	-0.6652**** (0.1197)
$ASC_{avión}$	0.2181 (0.3442)	0.0868 (0.3872)	0.1859 (0.4107)
ASC_{tren}	-0.2437 (0.2049)	0.2549 (0.2455)	0.0318 (0.252)
β_t	-0.0023*** (0.0009)	-0.0023** (0.001)	-0.0022** (0.001)
β_c^b	-0.0562**** (0.0107)	-0.0678**** (0.0203)	-0.0744**** (0.0194)
β_c^a	-0.0405**** (0.0062)	-0.0284*** (0.0103)	-0.0367**** (0.0097)
β_c^d	-0.0497*** (0.0189)	-0.0517*** (0.0207)	-0.0606*** (0.022)
β_c^{po}	-0.0565**** (0.0142)	-0.0689**** (0.0179)	-0.0779**** (0.0184)
$\beta_c^{b,ct}$	0.0052 (0.0149)	-0.0102 (0.027)	-0.0088 (0.0256)
$\beta_c^{a,ct}$	-0.0093 (0.0073)	-0.005 (0.0124)	-0.0055 (0.0121)
$\beta_c^{d,ct}$	0.0204 (0.0204)	0.03 (0.0233)	0.0343 (0.0242)
$\beta_c^{po,ct}$	0.0272* (0.0157)	0.0464*** (0.0187)	0.0461*** (0.019)
β_{ine}	0.8786**** (0.0777)	0.5013**** (0.0878)	0.2709** (0.1253)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0039 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0346**** (0.0094)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,202.93	-1,351.39	-1,332.61
$\bar{\rho}^2$	0.2255	0.1309	0.1416

Tabla E.4: Enfoque $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$ Modelo 6

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	0.0732 (0.1771)	-0.1583 (0.1926)	-0.3062 (0.1958)
$ASC_{avión}$	0.5036 (0.356)	0.3421 (0.4139)	0.4009 (0.427)
ASC_{tren}	0.1288 (0.2302)	0.5771** (0.2693)	0.3478 (0.2781)
β_t	-0.0021*** (0.0009)	-0.0023** (0.001)	-0.0023** (0.001)
β_c^b	-0.0502**** (0.0101)	-0.062**** (0.0194)	-0.0687**** (0.0187)
β_c^a	-0.0345**** (0.0058)	-0.0232** (0.0101)	-0.0314**** (0.0095)
β_c^d	-0.0444*** (0.0181)	-0.0468** (0.0206)	-0.0557*** (0.0221)
β_c^{po}	-0.0511**** (0.0135)	-0.0638**** (0.0176)	-0.0724**** (0.0181)
$\beta_c^{b,ct}$	0.0055 (0.0135)	-0.0105 (0.0263)	-0.009 (0.025)
$\beta_c^{a,ct}$	-0.0097 (0.0067)	-0.0055 (0.0115)	-0.0064 (0.0113)
$\beta_c^{d,ct}$	0.0193 (0.0195)	0.0289 (0.0233)	0.0335 (0.0242)
$\beta_c^{po,ct}$	0.0267* (0.0151)	0.0439*** (0.0182)	0.0436*** (0.0185)
β_{tg}	0.2474*** (0.0844)	0.2319*** (0.0948)	0.211** (0.0934)
β_{adh}	0.1212 (0.2268)	-0.1926 (0.2228)	-0.1376 (0.2213)
β_{equi}	-0.0791 (0.1891)	0.0975 (0.2029)	0.0866 (0.2013)
β_{ine}	0.8324**** (0.0794)	0.4183**** (0.0954)	0.2025 (0.13)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0032 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0318**** (0.0091)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,191.14	-1,337.91	-1,321.99
$\bar{\rho}^2$	0.2311	0.1376	0.1465

Tabla E.5: Enfoque β_t^{ct} Modelo 2
(seleccionando la muestra para cheap talk)

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	-0.3261*** (0.1116)	-0.5016**** (0.1133)	-0.6375**** (0.1186)
$ASC_{avión}$	0.153 (0.3404)	-0.0526 (0.3763)	-0.0003 (0.4007)
ASC_{tren}	-0.2431 (0.2041)	0.2739 (0.2449)	0.034 (0.2497)
β_t	-0.0026*** (0.001)	-0.0026*** (0.001)	-0.0027*** (0.0011)
β_t^{ct}	0.0005 (0.0007)	0.0004 (0.0007)	0.0006 (0.0007)
β_c^b	-0.0532**** (0.0085)	-0.0711**** (0.0147)	-0.0768**** (0.0141)
β_c^a	-0.0446**** (0.0048)	-0.0295**** (0.0077)	-0.0382**** (0.0079)
β_c^d	-0.0345**** (0.0091)	-0.0277*** (0.0116)	-0.0345*** (0.0123)
β_c^{po}	-0.0404**** (0.0066)	-0.035**** (0.01)	-0.044**** (0.0104)
β_{ine}	0.8714**** (0.0776)	0.4897**** (0.0868)	0.2335* (0.1254)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.003 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0353**** (0.0092)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2176	2176	2176
Log-likelihood	-1212.05	-1369.63	-1350.24
$\bar{\rho}^2$	0.2216	0.1276	0.1399

Tabla E.6: Enfoque β_t^{ct} Modelo 6
(seleccionando la muestra para cheap talk)

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	0.076 (0.1764)	-0.1265 (0.1934)	-0.2804 (0.1962)
$ASC_{avión}$	0.4273 (0.3535)	0.2025 (0.4049)	0.2166 (0.419)
ASC_{tren}	0.119 (0.2298)	0.5956** (0.2695)	0.3494 (0.2775)
β_t	-0.0024*** (0.0009)	-0.0025*** (0.0011)	-0.0028*** (0.0011)
β_t^{ct}	0.0005 (0.0006)	0.0003 (0.0007)	0.0005 (0.0007)
β_c^b	-0.0471**** (0.008)	-0.0652**** (0.0144)	-0.071**** (0.0139)
β_c^a	-0.039**** (0.0046)	-0.0245**** (0.0077)	-0.0332**** (0.0079)
β_c^d	-0.0301**** (0.0087)	-0.0235** (0.0118)	-0.0299*** (0.0124)
β_c^{po}	-0.0356**** (0.0064)	-0.0308**** (0.0095)	-0.0395**** (0.0099)
β_{tg}	0.2454*** (0.0836)	0.2428*** (0.0935)	0.2207*** (0.0921)
β_{adh}	0.1076 (0.2258)	-0.2122 (0.2223)	-0.1647 (0.2212)
β_{equi}	-0.0857 (0.1887)	0.0718 (0.2028)	0.0651 (0.2013)
β_{ine}	0.8249**** (0.0794)	0.4035**** (0.0943)	0.1647 (0.1302)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0023 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0322**** (0.0089)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,200.48	-1,355	-1,338.65
$\bar{\rho}^2$	0.227	0.1286	0.1378

Tabla E.7: Enfoque $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$ Modelo 2
(seleccionando la muestra para cheap talk)

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	-0.3404*** (0.1114)	-0.5045**** (0.114)	-0.635**** (0.1194)
$ASC_{avión}$	0.2018 (0.3355)	-0.0181 (0.3936)	0.0334 (0.4166)
ASC_{tren}	-0.2556 (0.2039)	0.2712 (0.2453)	0.0423 (0.2505)
β_t	-0.0023*** (0.0009)	-0.0023*** (0.001)	-0.0024*** (0.001)
β_c^b	-0.0473**** (0.0095)	-0.0636**** (0.0171)	-0.0699**** (0.0164)
β_c^a	-0.0423**** (0.0055)	-0.0286**** (0.0086)	-0.0368**** (0.0083)
β_c^d	-0.0383*** (0.013)	-0.033* (0.0172)	-0.0382** (0.0187)
β_c^{po}	-0.04**** (0.0079)	-0.0359*** (0.0126)	-0.0447**** (0.0129)
$\beta_c^{b,ct}$	-0.0266 (0.0188)	-0.0181 (0.0293)	-0.0162 (0.0275)
$\beta_c^{a,ct}$	-0.0065 (0.0075)	-0.0023 (0.013)	-0.0031 (0.0127)
$\beta_c^{d,ct}$	0.0068 (0.0164)	0.0122 (0.0221)	0.0084 (0.0233)
$\beta_c^{po,ct}$	-0.0007 (0.0135)	0.0063 (0.0147)	0.0069 (0.015)
β_{ine}	0.8655**** (0.078)	0.4864**** (0.0866)	0.2438* (0.1258)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0033 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0345**** (0.0093)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,209.28	-1,368.53	-1,349.99
$\bar{\rho}^2$	0.2214	0.1283	0.1401

Tabla E.8: Enfoque $\beta_c^{b,ct}$, $\beta_c^{a,ct}$, $\beta_c^{d,ct}$ y $\beta_c^{po,ct}$ Modelo 6
(seleccionando la muestra para cheap talk)

Parámetro	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)	Estimación (error est. rob.)
ASC_{auto}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.000 (-)
ASC_{bus}	0.0685 (0.178)	-0.1166 (0.1938)	-0.2632 (0.1959)
$ASC_{avión}$	0.4815 (0.3491)	0.2453 (0.4194)	0.2553 (0.4326)
ASC_{tren}	0.1131 (0.2305)	0.6056** (0.2696)	0.3713 (0.2771)
β_t	-0.0021*** (0.0009)	-0.0023** (0.001)	-0.0025*** (0.001)
β_c^b	-0.0412**** (0.009)	-0.0562**** (0.0167)	-0.0626**** (0.0162)
β_c^a	-0.0364**** (0.0052)	-0.0232*** (0.0085)	-0.0313**** (0.0083)
β_c^d	-0.0333*** (0.0126)	-0.0279 (0.017)	-0.0326* (0.0183)
β_c^{po}	-0.0355**** (0.0075)	-0.0318*** (0.0121)	-0.0402**** (0.0123)
$\beta_c^{b,ct}$	-0.025 (0.0167)	-0.0211 (0.0289)	-0.0191 (0.0274)
$\beta_c^{a,ct}$	-0.0069 (0.0069)	-0.0029 (0.0119)	-0.004 (0.0119)
$\beta_c^{d,ct}$	0.0057 (0.0158)	0.0108 (0.022)	0.0064 (0.0232)
$\beta_c^{po,ct}$	0.0009 (0.0132)	0.0066 (0.0134)	0.0069 (0.0138)
β_{tg}	0.247*** (0.0839)	0.2483*** (0.0932)	0.2279*** (0.092)
β_{adh}	0.1097 (0.2257)	-0.2062 (0.222)	-0.1599 (0.2208)
β_{equi}	-0.0828 (0.1892)	0.0748 (0.2024)	0.0668 (0.2008)
β_{ine}	0.8192**** (0.0798)	0.3982**** (0.0939)	0.1707 (0.1307)
β_t^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	-0.0025 (0.0031)
β_c^{res}	0.000 (-)	0.000 (-)	0.0315**** (0.009)
p-value: *<5%, **<2.5%, ***<1%, ****<0.1%			
N	2,176	2,176	2,176
Log-likelihood	-1,197.58	-1,353.33	-1,337.75
$\bar{\rho}^2$	0.227	0.1278	0.1364